ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

10. SINIF

DERS KİTABI

Figan ÖZSOY

Serpil KIRMIZI

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulunun 04.01.2023 tarih ve 02 sayılı kurul (ekli listenin 14'üncü sırasında) kararı ile 2023-2024 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süre ile Ders Kitabı olarak kabul edilmiştir.

Kurulca bu kitabın kabul edilmiş olması ders kitabından yayınevi ve yazarın sorumluluğunu kaldırmaz.



DÖRTEL Yayıncılık Eğitim San. ve Tic. Ltd. Şti.
Ostim OSB Mah. 1577. Cad. No.: 22 Yenimahalle/ANKARA
(0 312) 385 54 10   (0 312) 385 54 19

Dil Uzmanı
Fatma TAYMAZ

Editör
Esra ÇAKIRLAR ALTUNTAŞ

Görsel Tasarımcı
Soner GİRGİN

Program Geliştirme Uzmanı
Lütfi Uğur GÜMÜŞ

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Ömer GÜLÖZ

Rehberlik Uzmanı
Ebru ÖZDEMİR

ISBN
978-605-9602-12-9

Baskı


Ankara - 2024



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

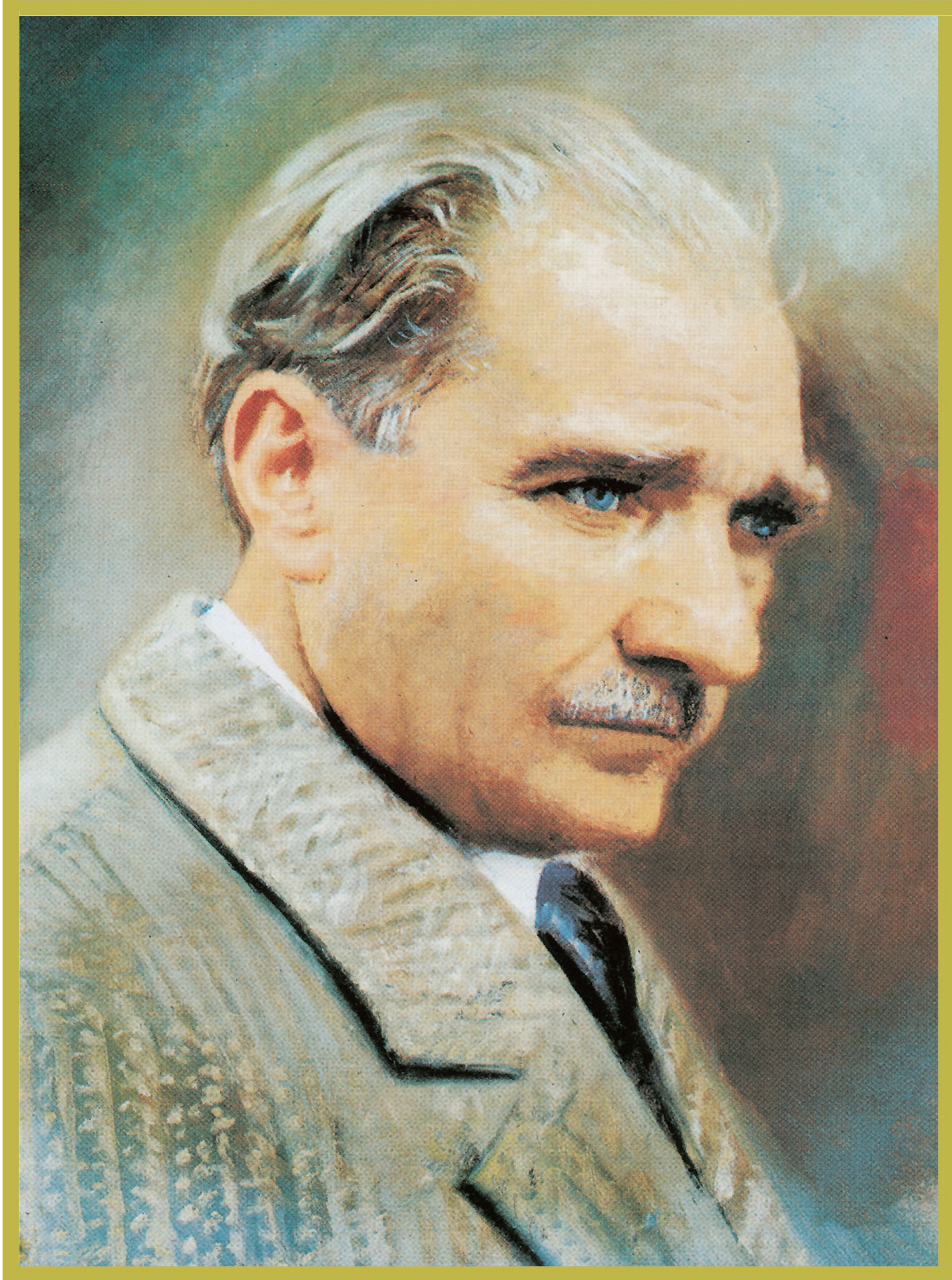
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

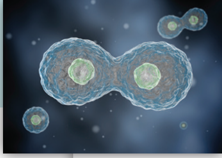
Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER



1. ÜNİTE HÜCRE BÖLÜNMELERİ



2. ÜNİTE KALITIMIN GENEL İLKELERİ



3. ÜNİTE EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

KİTABIMIZI TANIYALIM

Ünite numarasını gösterir.

Ünite adını gösterir.

Ünitede neler öğrenileceğini gösterir.

Elektronik içeriklere ulaşmak için kullanacağınız karekodu gösterir.

Ünitede yer alan konuların neden önemli olduğunu ve amacını gösterir.



1. ÜNİTE

İŞLENİŞ ÖZET

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Bu ünitede;

- Canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini,
- Hücre bölünmesinin çok hücreli canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ile ilişkisini,
- Bölünmenin hücresel gerekçelerini,
- Mitozun evrelerini,
- Hücre bölünmesinin kontrolü ve bunun canlılar için önemini,
- Hücre bölünmesinin kanserle ilişkisini,
- Eşeysiz üreme çeşitlerini,
- Eşeysiz üreme tekniklerinin tarımsal üretimdeki önemini,
- Mayozun önemini ve evrelerini,
- Eşeyli üreme çeşitlerini,
- Eşeyli üremenin temelinin mayoz ve döllenme olduğunu öğreneceksiniz.

Tek hücreli ve çok hücreli canlılarda mitoz ve mayoz hücre bölünmelerinin önemini sorgulayarak eşeysiz üreme, büyüme ve gelişmenin temel esaslarını, eşeyli üreme konularını öğrenip günlük hayat ile ilişkilendirebilmelisiniz. Bu sayede çevrenizde gerçekleşen birçok olayı yorumlamanız daha kolay hâle gelecektir.

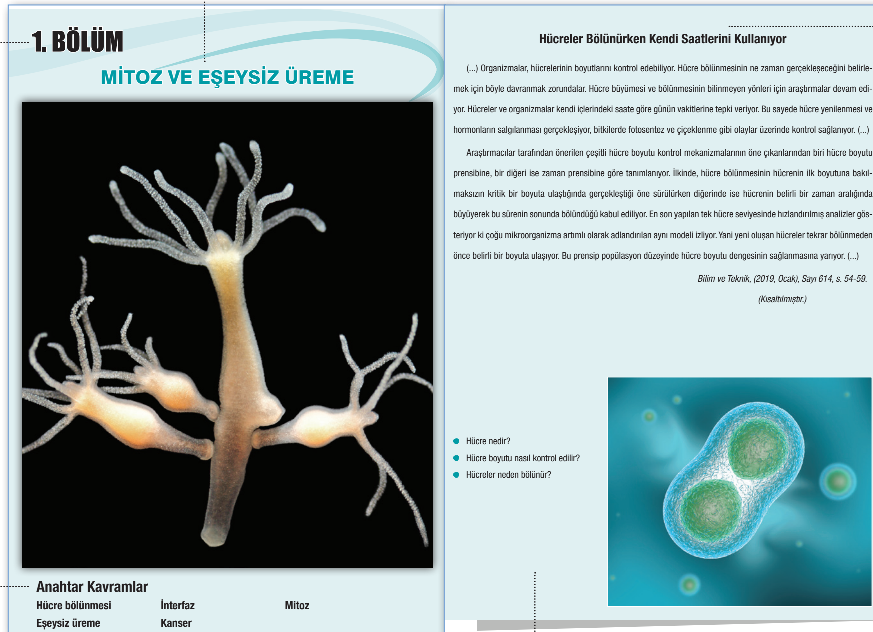
Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar da gösteriyor ki kanserli hücrenin nasıl oluşabileceğini bilmek, oluşan kanserli hücrelerin vücuda nasıl bir zarar verdiği konusunda bilinçlenmek ve bu tip hastalıklar konusunda nasıl davranmak gerektiği ile ilgili bizlere ışık tutacaktır.

Geliştirilen birçok biyoteknolojik yöntemle üretilen bitkiler günümüzde hepimizin sofralarına kadar gelmektedir. Üretilen bu bitkilerin sağlıklı olup olmadığı ise hâlen süregelen bir tartışma konusudur. Çoğu bilim insanı, tüm bu konular hakkında yorum yapabilmenin ve çözümler üretebilmenin ancak hücre bölünme mekanizmalarının tam anlaşılmasıyla mümkün olabileceği konusunda fikir birliği içerisindedir.

Bölüm numarasını gösterir.

Bölüm adını gösterir.

Konu başlığına ve içeriğine ilgi çekmeyi sağlayan metni gösterir.



1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

Anahtar Kavramlar

Hücre bölünmesi	İnterfaz	Mitoz
Eşeysiz üreme	Kanser	

Hücreler Bölünürken Kendi Saatlerini Kullanıyor

(...) Organizmalar, hücrelerinin boyutlarını kontrol edebiliyor. Hücre bölünmesinin ne zaman gerçekleşeceğini belirlemek için böyle davranmak zorundalar. Hücre büyümesi ve bölünmesinin bilinmeyen yönleri için araştırmalar devam ediyor. Hücreler ve organizmalar kendi içlerindeki saate göre günün vakitlerine tepki veriyor. Bu sayede hücre yenilenmesi ve hormonların salgılanması gerçekleşiyor, bitkilerde fotosentez ve çiçeklenme gibi olaylar üzerinde kontrol sağlanıyor. (...)

Araştırmacılar tarafından önerilen çeşitli hücre boyutu kontrol mekanizmalarının öne çıkanlarından biri hücre boyutu prensibine, bir diğeri ise zaman prensibine göre tanımlanıyor. İlkinde, hücre bölünmesinin hücrenin ilk boyutuna bakılmaksızın kritik bir boyuta ulaştığında gerçekleştiği öne sürülürken diğerinde ise hücrenin belirli bir zaman aralığında büyüyerek bu sürenin sonunda bölündüğü kabul ediliyor. En son yapılan tek hücre seviyesinde hızlandırılmış analizler gösteriyor ki çoğu mikroorganizma artımlı olarak adlandırılan aynı modeli izliyor. Yani yeni oluşan hücreler tekrar bölünmeden önce belirli bir boyuta ulaşıyor. Bu prensip popülasyon düzeyinde hücre boyutu dengesinin sağlanmasına yarıyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2019, Ocak), Sayı 614, s. 54-59.

(Kısaltılmıştır.)

- Hücre nedir?
- Hücre boyutu nasıl kontrol edilir?
- Hücreler neden bölünür?

Bölüm başlığı altında öğretilmesi hedeflenen kavram ve terimleri gösterir.

Konu başlığına ve bölüm içeriğine ilgi çekmeyi sağlayan metne yönelik soruları gösterir.

▷ Bilgi Kutusu

Çizgili kaslarımız yani iskelet ve kalp kasları yenilenemeyen dokular arasında yer alır. Bu dokularda hasar meydana geldiğinde hücre bölünmesi olmayacağı için orijinal doku yerine ancak yama (bağ doku) ile onarım yapılır. Yani çizgili kas hücreleri çoğalarak hasarlı bölgeyi onaramaz.

Konuyu destekleyen, ilgi çekici ek bilgileri gösterir.

▷ Araştırınız-Tartışınız

İnsan vücudunda bulunan bazı hücreler bölünme yeteneklerini kaybetmişlerdir. Bunun nedenlerini araştırınız. Araştırma sonucunuzu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

Öğrencilerin düşünme yeteneklerinin geliştirilmesine yönelik araştırma ve tartışma konularını gösterir.

▷ Öğretmene Öneri

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sosyal boyutunun daha iyi anlaşılabilmesi için okul ve çevre imkânları dâhilinde doğa gezisi düzenleyebilirsiniz.

Konuyu desteklemek amacıyla öğretmenin kolaylıkla uygulayabileceği öneriyi gösterir.

Konuyu destekleyen günlük hayat örneklerini gösterir.

Bunları Biliyor musunuz?

Metal Ambalaj Atıkları

Sadece 1 metal içecek kutusunun geri dönüşümünden elde edilen enerji ile 100 Watt'lık bir ampul 20 saat çalıştırılır.

Cam Ambalaj Atıkları

Geri dönüştürülen 1 ton cam atık ile 100 litre petrol tasarrufu sağlanır.

Kâğıt/Karton Ambalaj Atıkları

Geri dönüştürülen 1 ton kâğıt/karton atık ile 17 ağacın hayatı kurtulur.

Plastik Ambalaj Atıkları

Plastik ambalaj ve atıklarının geri dönüşümünden elyaf içeren tekstil ürünleri, atık su boruları ve marley gibi malzemeler üretilir.

Kompozit Ambalaj Atıkları

Kompozit ambalaj atıklarının geri dönüşümünden karton koliler, yalıtım malzemeleri ve mobilya gibi ürünler üretilir.

▷ Düşünelim

Bir hafta sonu ailenizle yemyeşil bir ormanın içinde, tertemiz bir dere kenarında yürüyüş yaptığınızda neler hissedersiniz?

Öğrencinin konu ile hayal gücünü geliştirmesine yönelik konuları gösterir.

Konuyu desteklemek amacıyla çeşitli kaynaklardan alınmış okuma parçalarını gösterir.

Öğrenilen konu ile ilgili yapılacak etkinlikleri gösterir.

ETKİNLİK 1.1 **Mitoz**

- Mitoz ile ilgili araştırma yapınız.
- Mitoz ile ilgili yaptığınız araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgilerle elektronik bir sunu hazırlayınız.
- Hazırladığınız sunuyu sınıf arkadaşlarınız ve öğretmeninizle paylaşınız.

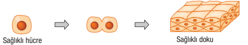
OKUMA PARÇASI

Sağlıklı Bilgiler: Kanser Nedir? Kanserle İlgili Yanlış Bilinenler (Şeker, Kanseri Besler mi?)

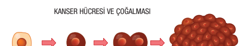
(...) İnternet ve sosyal medya gibi iletişim araçları ile artık bilgiye ulaşmak hayli kolaylaştı. Ancak bu şekilde elde edilen bilgilerin doğruluğu sorgulanmadığı için kanser konusunda da bilgi kirliliği hayli arttı. Hiçbir bilimsel dayanağı olmayan "bilgiler" nedeniyle hastalarımızın tedavileri aksıyor, psikolojik durumları olumsuz yönde etkileniyor ve hatta bazı hastalarımız bu tür yanlış bilgiler yüzünden tedavi şanslarını, dolayısıyla yaşamlarını kaybediyor.

Kanser, vücudumuzun her organını veya dokusunu etkileyebilen çok geniş bir hastalık grubunun ismidir. Halk arasında kötü huylu veya dişi ur adıyla bilinen hastalıktır. Malin tümör veya neoplazi bu konu ile ilgili diğer tıbbi terimlerdir. Kanserin en önemli özelliği kimi hücrelerin normal hücrelerden farklılaşarak hızlı ve kontrolsüz bölünme özelliği kazanması ve sınır tanımaksızın yakınlarındaki doku ve organları istila etmesi ve dahası dolaşım yolu ile uzak organ ve dokulara yayılmasıdır. Kanserin uzak organlara yayılmasına **metastaz** denir. Kanserden ölümlerin en sık sebebi metastazlardır. Sonuçta kanser, vücudumuzun kendi hücrelerinin çeşitli nedenlerle başkalaşımı sonucu meydana gelen bir hastalıktır. Kanser vücudumuzdaki her hücrede gelişebilir. Kanserin bilinen birçok sebebi olduğu gibi günümüzde kanserle ilgili bilinmeyenler de hayli fazladır. Kanserlerin %30'u çok basit önlemlerle önlenebilir. Bunların en başında tütün ürünlerinin (sigara, puro, nargile) kullanılmaması geliyor. Ayrıca günümüzde modern tıbbın sağladığı cerrahi, radyoterapi ve sistemik ilaç tedavisi gibi olanaklar sayesinde birçok kanser türü tedavi edilebiliyor yani tam şifa sağlanabiliyor. Akciğer, meme, bağırsak, gırtlak ve mide kanseri gibi birçok kanser türü erken tanı alındığında çok rahatlıkla tedavi edilebiliyor. İnternette ve televizyonda şekerin kanseri beslediği ile ilgili sayısız iddia var. Hatta şekeri diyetten tamamen çıkarınca kanserin tedavi edileceği bile iddia ediliyor. Oysa şekerli gıdalar yemenin kanserin büyümesini hızlandırdığı ve yayılmasını çabuklaştırdığı ile ilgili kesin bir bilimsel kanıt yok. Vücudumuzdaki her hücre, sadece kanser hücreleri değil sağlıklı hücreler de hayati fonksiyonlarını sürdürebilmek için gereken enerjiyi glikozdan (bir tür şeker molekülü) elde eder. Dolayısıyla şeker yemek kanserin büyüme hızını artırmaz, şeker yemeyi tamamen kesmek de kanserin büyümesini durdurmaz. Ancak bu, diyetinizde şeker içeriğinin yüksek olması iyidir anlamına gelmez. Tam tersine şekerli gıdaların aşırı tüketilmesi fazla kalori alımına ve sonucunda kilo artışına, obeziteye ve diyabet oluşmasına yol açabilir. Obezite de kanserin en önemli nedenlerinden biri olduğu için aşırı şekerli gıdaların tüketimi dolaylı yoldan kansere neden olabilir. Bu nedenle şeker tüketimi konusunda da "Her şeyin fazlası zarar, azı karar." ilkesini hatırlamakta fayda var.

NORMAL HÜCRE ÇOĞALMASI



KANSER HÜCRESİ VE ÇOĞALMASI



Bilim ve Teknik, (2017, Ocak), Sayı 590, s. 80.
(Kısaltılmıştır.)

Laboratuvar güvenliği uyarılarını gösterir.

Öğrenilen konu ile ilgili yapılacak deneyleri gösterir.

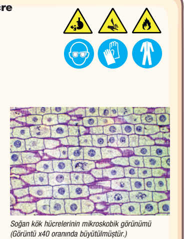
DENEY 1.1 **Soğan Kök Hücrelerinde Hücre Bölünmesinin Tespiti**

Deneyin Amacı

Hücre bölünmesinin evrelerini ayırt edebilme

Araç Gereçler

Köklendirilmiş kuru soğan, asetokarmin veya aseto-orsein boyası, jilet veya makas, pens, tüp maşası, ispirto ocağı, beher veya su bardağı, mikroskop, petri kabı, lam ve lamel.



Soğan kök hücrelerinin mikroskobik görünümü (Görüntü x40 oranında büyütülmüştür.)

Ön Hazırlık

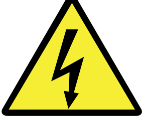
Etkinliği yapmadan 4-5 gün önce bir kuru soğanı saçakları su içinde kalacak şekilde, su dolu beherin veya bardağın içerisinde bekletiniz. Köklenme gerçekleşmezse bekleme süresini uzatarak köklenme oluşana kadar bekleyiniz.

Deneyin Yapılışı

- Köklendirilmiş soğanın köklerinden birkaç tanesinin uçlarını (yaklaşık 5 mm), jilet veya makasla keserek bir petri kabına koyunuz.
- Petri kabına soğan köklerinin üstlerini örtecek kadar asetokarmin veya aseto-orsein boyası döküNÜz.
- Kabı bir tüp maşası ile tutup ocakta hafifçe ısıtınız.
- Isıtılan kök uçlarından birini lam üzerine yerleştirip kök ucundan jiletle veya makasla kesiniz.
- Lam üzerinde kalan parçaya bir damla taze asetokarmin veya aseto-orsein boyası damlatınız ve parçayı jiletle veya makasla küçük parçalara ayırınız.

GÜVENLİĞİNİZ İÇİN

UYARI İŞARETLERİ



Elektrik tehlikesi

Şehir elektriği ile çalışan araç ve gerecin fişini prize takmadan önce düğmesinin kapalı konumda ve ellerin kuru olmasına dikkat edilmelidir.



Parlayıcı madde veya yüksek ısı

Doğrudan ateşle veya yüksek sıcaklıktaki cisimlerle çalışıldığında dikkatli olunmalıdır. Isıtıcı, kimseye zarar gelmeyecek şekilde konumlandırılıp kullanılmalı ve ısıtılan deney tüpü maşa ile tutulmalıdır.



Kırılabilir cam malzeme

Kullanılan malzemelerin içinde camdan yapılmış veya kırılabilecek malzemelerin olduğu bilinmeli ve bu konuda dikkatli olunmalıdır.



Kesici alet

Kesme ve delme tehlikesi olan kesici ve delici araçlar kullanılırken dikkatli olunmalıdır.



Aşındırıcı madde

Vücutta aşınma ve alerji yapabilecek maddeler ile çalışılırken dikkatli olunmalı ve koruyucu eldiven kullanılmalı, koruyucu elbise giyilmeli ve koruyucu gözlük takılmalıdır.

EMREDİCİ İŞARETLER



Gözlük kullan

Kullanılan madde ya da malzemelerin gözler için tehlike riski taşıdığının bilincinde olup koruyucu gözlük takılmalıdır.



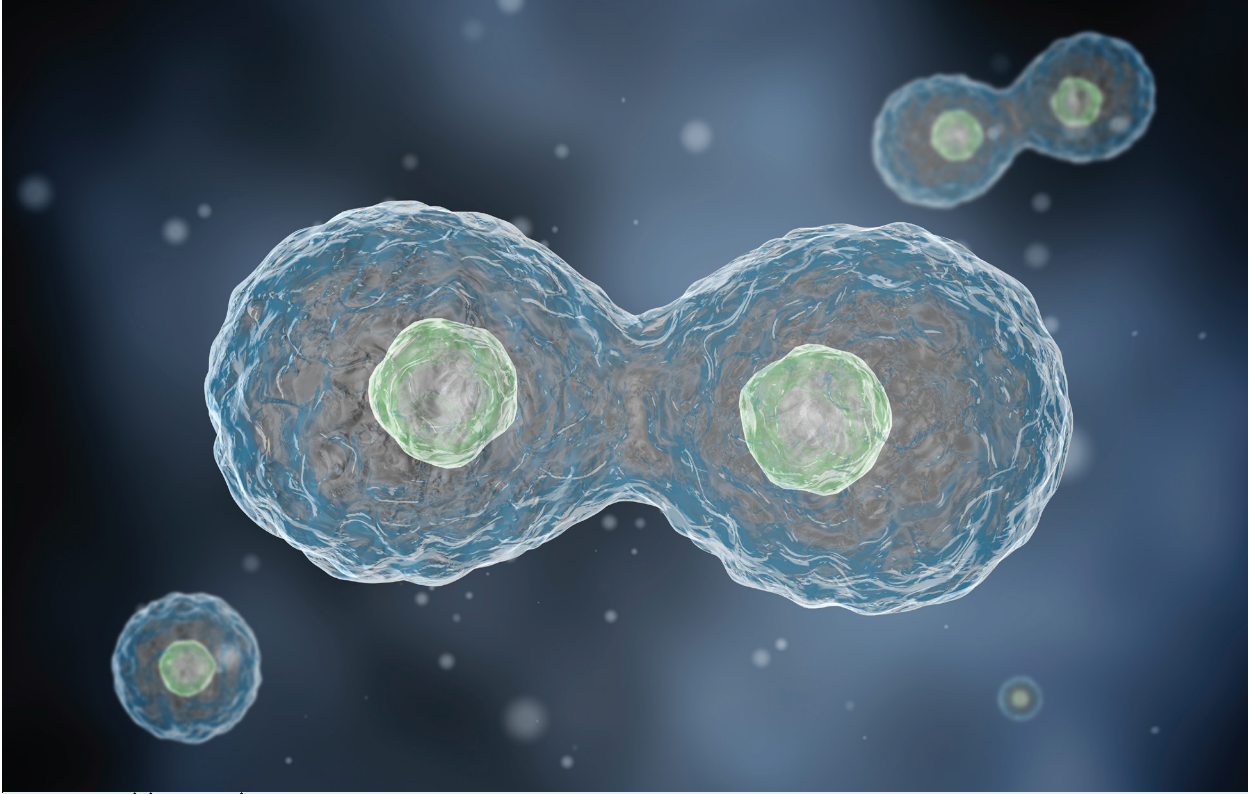
Koruyucu elbise giy

Elbiseyi lekeleyecek maddeler ile çalışılırken korunmak amacıyla koruyucu elbise giyilmelidir.



Eldiven giy

Cilde zararlı bazı kimyasal maddelerle çalışılırken ciltte oluşabilecek tahrişi engellemek amacıyla eldiven kullanılmalıdır.



1. ÜNİTE



İŞLENİŞ



ÖZET

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Bu ünitede;

- Canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini,
- Hücre bölünmesinin çok hücreli canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ile ilişkisini,
- Bölünmenin hücresel gerekçelerini,
- Mitozun evrelerini,
- Hücre bölünmesinin kontrolü ve bunun canlılar için önemini,
- Hücre bölünmesinin kanserle ilişkisini,
- Eşeysiz üreme çeşitlerini,
- Eşeysiz üreme tekniklerinin tarımsal üretimdeki önemini,
- Mayozun önemini ve evrelerini,
- Eşeyli üreme çeşitlerini,
- Eşeyli üremenin temelinin mayoz ve döllenme olduğunu öğreneceksiniz.

Tek hücreli ve çok hücreli canlılarda mitoz ve mayoz hücre bölünmelerinin önemini sorgulayarak eşeysiz üreme, büyüme ve gelişmenin temel esaslarını, eşeyli üreme konularını öğrenip günlük hayat ile ilişkilendirebilmelisiniz. Bu sayede çevrenizde gerçekleşen birçok olayı yorumlamanız daha kolay hâle gelecektir.

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar da gösteriyor ki kanserli hücrenin nasıl oluşabileceğini bilmek, oluşan kanserli hücrelerin vücuda nasıl bir zarar verdiği konusunda bilinçlenmek ve bu tip hastalıklar konusunda nasıl davranmak gerektiği ile ilgili bizlere ışık tutacaktır.

Geliştirilen birçok biyoteknolojik yöntemle üretilen bitkiler günümüzde hepimizin sofralarına kadar gelmektedir. Üretilen bu bitkilerin sağlıklı olup olmadığı ise hâlen süregelen bir tartışma konusudur. Çoğu bilim insanı, tüm bu konular hakkında yorum yapabilmenin ve çözümler üretebilmenin ancak hücre bölünme mekanizmalarının tam anlaşılmasıyla mümkün olabileceği konusunda fikir birliği içerisindedir.

1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME



Anahtar Kavramlar

Hücre bölünmesi
İnterfaz
Mitoz
Eşeysiz üreme
Kanser

Hücreler Bölünürken Kendi Saatlerini Kullanıyor

(...) Organizmalar, hücrelerinin boyutlarını kontrol edebiliyor. Hücre bölünmesinin ne zaman gerçekleşeceğini belirlemek için böyle davranmak zorundalar. Hücre büyümesi ve bölünmesinin bilinmeyen yönleri için araştırmalar devam ediyor. Hücreler ve organizmalar kendi içlerindeki saate göre günün vakitlerine tepki veriyor. Bu sayede hücre yenilenmesi ve hormonların salgılanması gerçekleşiyor, bitkilerde fotosentez ve çiçeklenme gibi olaylar üzerinde kontrol sağlanıyor. (...)

Araştırmacılar tarafından önerilen çeşitli hücre boyutu kontrol mekanizmalarının öne çıkanlarından biri hücre boyutu prensibine, bir diğeri ise zaman prensibine göre tanımlanıyor. İlkinde, hücre bölünmesinin hücrenin ilk boyutuna bakılmaksızın kritik bir boyuta ulaştığında gerçekleştiği öne sürülürken diğerinde ise hücrenin belirli bir zaman aralığında büyüyerek bu sürenin sonunda bölündüğü kabul ediliyor. En son yapılan tek hücre seviyesinde hızlandırılmış analizler gösteriyor ki çoğu mikroorganizma artımlı olarak adlandırılan aynı modeli izliyor. Yani yeni oluşan hücreler tekrar bölünmeden önce belirli bir boyuta ulaşıyor. Bu prensip popülasyon düzeyinde hücre boyutu dengesinin sağlanmasına yarıyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2019, Ocak), Sayı 614, s. 54-59.

(Kısaltılmıştır.)

- Hücre nedir?
- Hücre boyutu nasıl kontrol edilir?
- Hücreler neden bölünür?



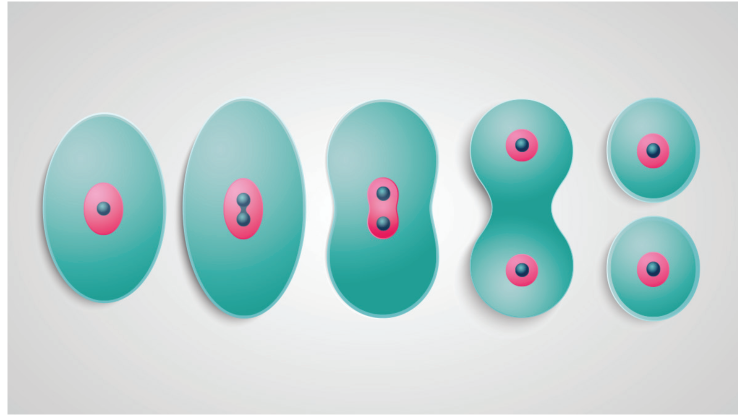
1.1. HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Canlıların bir veya birden fazla hücreden oluştuğu bilinen bir gerçektir. Bakteri, amip, öglena, paramesyum ve bira mayası gibi canlılar tek bir hücreden oluşurken mantarların büyük çoğunluğu, bitkiler ve hayvanlar ise çok sayıda hücreden meydana gelmiştir. İster tek hücreli olsun ister çok hücreli bütün canlılar nesillerini devam ettirebilmek için kendi genetik özelliklerini yavrularına aktarmak zorundadır. Bunu gerçekleştirebilmeleri de ancak hücre bölünmesi ile mümkündür.

Hücre bölünmesi; üreme, doku yenilenmesi, büyüme ve gelişme amacıyla gerçekleştirilen bir olaydır. Tek hücreli canlılar hücre bölünmesi gerçekleştirdiklerinde, birey sayısında artış olduğundan bu durum üreme olarak kabul edilir. Çok hücreli organizmalarda durum daha farklıdır. Organizmayı oluşturan hücreler; ömrünü tamamlayan hücrelerin yerine yenisini oluşturmak, doku veya organlarda meydana gelen hasarları gidermek, hücre sayısını artırarak organizmanın büyümesini sağlamak veya üreme hücrelerini oluşturmak gibi çeşitli nedenlerle bölünme geçirebilir ***(Görsel 1.1)***.

Bilgi Kutusu

Çizgili kaslarımız yani iskelet ve kalp kasları yenilenemeyen dokular arasında yer alır. Bu dokularda hasar meydana geldiğinde hücre bölünmesi olmayacağı için orijinal doku yerine ancak yama (bağ doku) ile onarım yapılır. Yani çizgili kas hücreleri çoğalarak hasarlı bölgeyi onaramaz.



Görsel 1.1: *Hayvan hücrelerinde hücre bölünmesinin şematik gösterimi*

1.1.1. HÜCRELER NEDEN BÖLÜNÜR?

Her hücre kendisini oluşturan hücrenin bölünmesiyle oluşur. Bölünme sonucu oluşan hücre büyür ve belli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra da bölünerek yeni hücreler oluşturur. Böylece döngüsünü tamamlar.

Bir hücre büyümeye başladığında yüzeyi (hücre zarı), yarıçapın karesi (r^2) ile orantılı olarak büyürken hücrenin hacmi (sitoplazması), yarıçapın küpü (r^3) ile orantılı olarak büyür. Bu şekilde büyümeye devam eden bir hücrede belli bir oranda olması gereken yüzey/hacim oranı, hücre büyüdükçe azalmaya başlar. Bir süre sonra hücre zarından gerçekleştirilen madde alışverişi hücrenin yaşamına devam edebilmesi için yetersiz kalır. Bu durumda hücrenin canlılığını devam ettirebilmek için bölünür.

Bilgi Kutusu

Bazı hücreler yüzey/hacim oranı değişimleri doğrultusunda bölünmez. Örneğin insanda döllenme sonucu oluşan zigot, yeni bir organizma oluşturmak üzere büyümeyi beklemeden sürekli ve hızlı bir şekilde bölünür.

Büyüyen hücrelerde tek problem hücre zarının madde alışverişi için yetersiz kalması değildir. Hücre çekirdeğinin etki alanı sınırlı olduğundan büyüme devam ettikçe sitoplazma/çekirdek oranı artmaya başlar ve hücre ölümünün gerçekleşmemesi için hücre bölünmek zorunda kalır.

Yapılan bilimsel çalışmalarda hücre bölünmesinde hormanların da etkili olduğu görülmüştür. Örneğin insanlarda büyüme hormonunun bölünmede rolü vardır.

Hücre bölünmesi için gerekli sinyalleri almış olan hücre, bölünmenin gerçekleşebilmesi için hazırlıklara başlar. Bu aşamadan sonra hücre bölünmesi durdurulamaz. Ancak çeşitli canlı hücreler ile yapılan çalışmalar, hücre büyümesinin kontrol altında tutulduğu durumlarda o hücrenin bölünmeye ihtiyaç duymadığını göstermiştir. Tek hücreli olan amiple yapılan deneyler ***Görsel 1.2***'de anlatılmıştır.

Araştırınız-Tartışınız

İnsan vücudunda bulunan bazı hücreler bölünme yeteneklerini kaybetmişlerdir. Bunun nedenlerini araştırınız. Araştırma sonucunuzu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

KONTROL GRUBU	DENEY 1	DENEY 2
Bölünme büyüklüğüne ulaşmış bir amip. Bölünür.	Bölünme büyüklüğüne ulaşmamış bir amip. Sitoplazmasının bir kısmı kesilir. Çekirdeksiz sitoplazma kısmı ölür. Çekirdekli kısım sitoplazmayı onarır ve büyür.	Bölünme büyüklüğüne ulaşmış bir amip. Sitoplazmasının bir kısmı kesilir. Çekirdeksiz sitoplazma kısmı ölür. Çekirdekli sitoplazma bölünür ve iki amip oluşur.
Kontrol grubundaki amip, bir süre sonra doğal olarak bölünmüştür.	Henüz bölünme büyüklüğüne ulaşmamış olan bir amibin sitoplazmasının bir kısmı kesilmiştir. Kesilen sitoplazma parçasının çekirdek içermediği için öldüğü, çekirdekli kısmın ise büyümeye devam ettiği gözlenmiştir.	Bölünme büyüklüğüne ulaşmış bir amibin sitoplazmasının bir kısmı kesilmiştir. Kesilen çekirdeksiz sitoplazma parçası ölmüştür. Çekirdekli olan kısmın ise bölünüp iki yavru hücre oluşturduğu gözlenmiştir. Çünkü çekirdek, bölünme büyüklüğüne ulaşmış olan hücreye bölünme emrini verdikten sonra hacim/yüzey oranının azaltılmasıyla bölünme engellenemez.

Görsel 1.2: *Çekirdek bölünme emrini verdikten sonra bölünmenin engellenmediğini gösteren kontrollü deneyler*

Tüm bu çalışmaların sonucu olarak hücre bölünmesinin hücresel düzeyde temel iki nedeni olduğu söylenebilir:

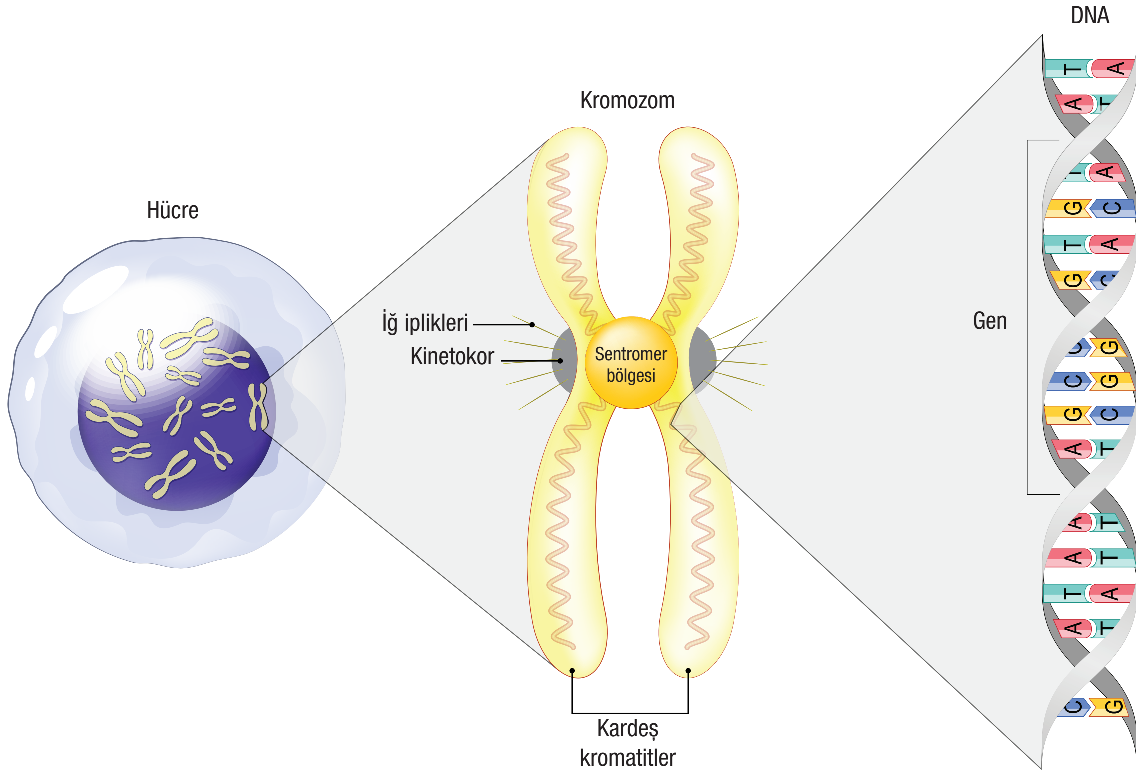
- Hücrenin yüzey/hacim oranının bozulması ile hücre zarının madde alışverişi konusunda yetersiz kalması,
- Hücrenin sitoplazma/çekirdek oranının bozulması ile çekirdek etki alanının sınırlılığı nedeniyle hücre yönetim merkezi olan çekirdeğin tüm hücreye yetememesi.

1.1.2. HÜCRE DÖNGÜSÜ

Bir hücrenin bölünmesindeki temel amaç, genetik materyalin yavrulara aktarılarak kalıtsal sürekliliğin sağlanmasıdır. Bu nedenle hücre bölünmelerini tam olarak kavrayabilmek için hücrede bulunan kalıtsal materyal ile ilgili genom, kromatin, kromozom, kardeş kromatit gibi temel kavramların doğru ifade edilmesi gerekmektedir.

Bir canlı hücrede bulunan genetik bilgiyi içeren DNA molekülünün tamamına **genom** adı verilir.

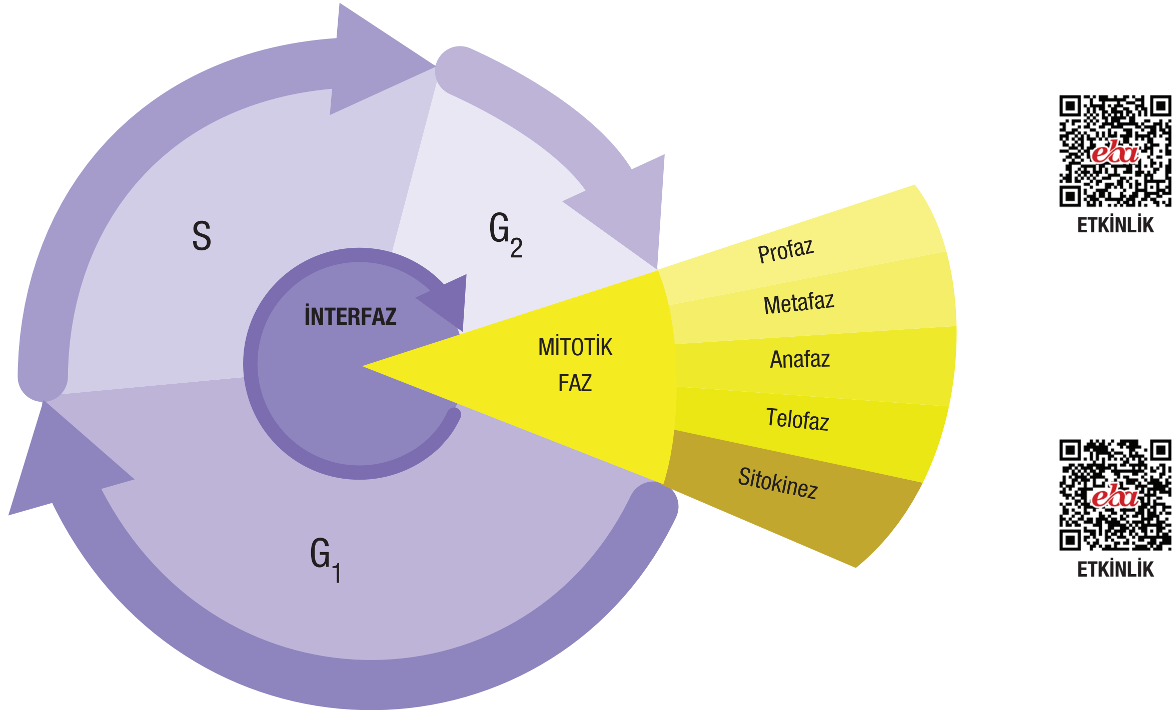
Hücrenin bölünmediği zamanlarda DNA molekülleri ve onları saran histon proteinlerinin oluşturduğu yapıya **kromatin iplik** denir. Kromatin iplikler mikroskop altında bakıldığında karışık bir ip yumağı hâlinde görülür ve tek tek ayırt edilmeleri mümkün değildir. Hücre bölünmeye hazırlanırken DNA kendini eşler ve böylece kromatin iplik eşlenmiş olur. Kromatin iplik, hücre bölünmesi sırasında kısalır, kalınlaşır ve mikroskopta ayırt edilir hâle gelir. DNA molekülünün bu hâline **kromozom** denir. Bir kromozom yüzlerce veya binlerce gen içerir; **gen**, DNA molekülünde belirli bir protein molekülü sentezinden sorumlu olan özgül nükleotid dizisidir. ***Görsel 1.3***'de hücre, kromozom, DNA ve gen organizasyonu verilmiştir.



Görsel 1.3: *Hücre, kromozom, DNA, gen*

Kromozomları oluşturan DNA'nın kendini eşleyerek oluşturduğu kopyalardan her birine **kardeş kromatit** denir. Bir kromozomda bulunan iki kardeş kromatit birbirlerine DNA molekülü boyunca bağlı olarak bulunur. Kardeş kromatitlerin birbirlerine bağlı olduğu bu bölgeye **sentromer** adı verilir. Kromozomlar üzerindeki sentromerin konumu, kromozomun karakteristik şeklini vermektedir ve genlerin yerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Sentromerde her bir kromatit için **kinetokor** denilen protein bir yapı bulunur. Bölünme sırasında iğ iplikleri (özel mikrotübüller) kinetokor bölgelerinden kromozomlara bağlanır.

Bölünme yeteneğine sahip olan vücut hücreleri, organizmanın yaşamı boyunca büyüme ve bölünme aşamalarını tekrarlar. **Hücre döngüsü** bir hücrenin bölünen atasal hücreden ilk oluştuğu andan başlayarak, iki yavru hücre oluşturmak üzere kendi bölünmesine kadar geçen süredir. Temel olarak bir hücrenin yaşam döngüsünde büyümenin ve bölünmeye hazırlık işlemlerinin gerçekleştiği **interfaz evresi** ve bölünmenin gerçekleştiği **mitotik faz evresi** olmak üzere iki evre vardır ***(Görsel 1.4)***.



Görsel 1.4: *Hücre döngüsünün şematik gösterimi*

Araştırınız-Tartışınız

Hücre bölünmesi sırasında kromatin iplik neden yoğunlaşarak kromozom hâlini alır? Araştırınız.

1.1.2.1. İnterfaz

- Bir hücrenin bölünmesi sonucu oluşan yavru hücrelerin yeni bir bölünme başlangıcına kadar geçirdiği sürece **interfaz** denir. Bir hücre, döngüsünün yaklaşık %90'ını bu evrede geçirir. İnterfaz G_1, S ve G_2 olmak üzere üç aşamada gerçekleşir.

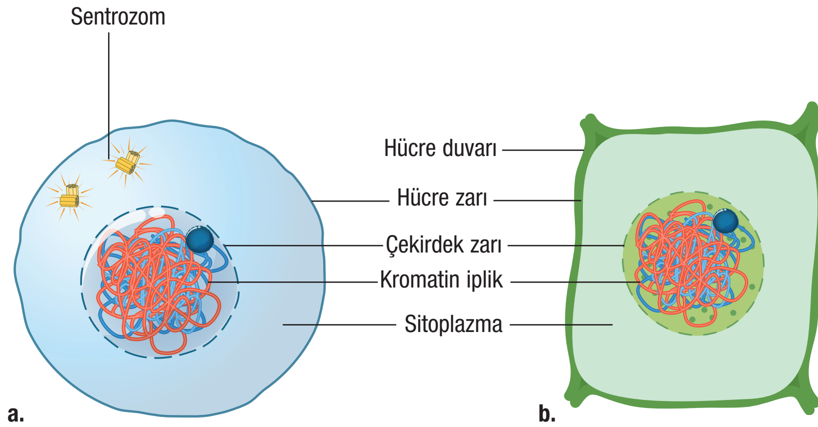
  G_1 evresi: Hücrenin en hızlı büyüdüğü ve en uzun evredir. RNA sentezi hızlıdır. Hücre, bölünebilecek büyüklüğe ulaşmak için protein sentezini, sitoplazma miktarını ve organel sayısını artırır.

  G_1 evresi uzunluğu bazı hücrelerde değişiklik gösterir. Örneğin bazı embriyonik hücrelerde bu evre hiç görülmez. Bazı hücreler ise G_1 evresinden çıkarak G_0 adı verilen durgunluk evresine girer.

  S evresi: RNA sentezi G_1 deki gibi devam eder, protein sentezi ise en yüksek seviyededir. DNA'nın kendini eşlemesi (replikasyon) ile DNA miktarı iki katına çıkar.

  G_2 evresi: Mitoz için gerekli enzimlerin sentezlendiği ve mitoz hazırlıklarının bittiği evredir.

- DNA molekülü hâlen kromatin şeklindedir. Bu nedenle mikroskop altında tek tek ayırt edilemez ***(Görsel 1.5)***.



Görsel 1.5: a. *Hayvan hücresinde interfaz evresi*
b. *Bitki hücresinde interfaz evresi*

- Bu evrede çekirdek zarı ve çekirdekçik hâlen görünür durumdadır.
- Hayvan hücrelerinde sentrozom eşlenir. Hayvan hücrelerindeki sentrozomlar iğ ipliklerinin organize edildiği bölgedir. Bitki hücrelerinde sentrozom olmadığı için iğ ipliklerini mikrotübül organize edici bölge oluşturur.
- İnsan embriyonik hücre döngüsünün interfaz evresinde DNA eşlenmesi görülür. Ancak hücre, DNA eşlemesinden hemen sonra hızla bölünür. Bu nedenle embriyonik hücrelerin hücre döngüsü diğer hücrelerine göre daha kısadır ***(Görsel 1.6)***.



Görsel 1.6: *İnsanın embriyonik hücre döngüsü diğer hücrelerine göre daha kısadır.*

1.1.2.2. Mitotik Faz

Mitotik faz, **mitoz (çekirdek bölünmesi/karyokinez)** ve **sitoplazma bölünmesi (sitokinez)** olmak üzere iki evrede gerçekleşir.

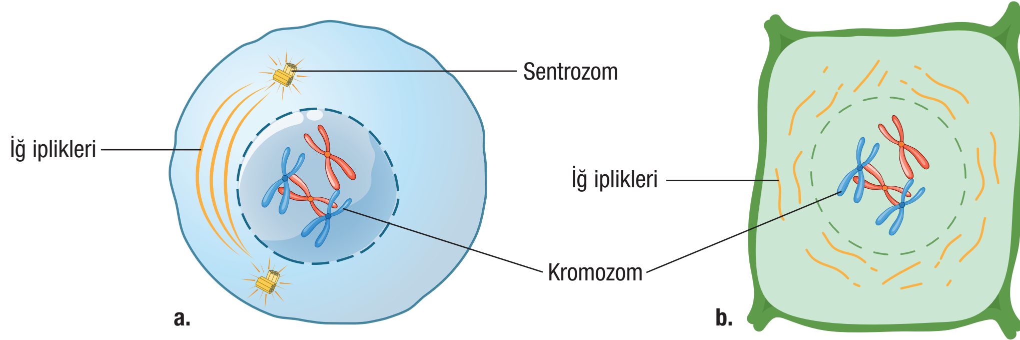
Mitoz (Çekirdek Bölünmesi/Karyokinez)

Mitoz temel olarak profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere birbirini takip eden evreler gerçekleşir.

Profaz

- İnterfaz evresinde eşlenen kromatin iplik yoğunlaşarak kromozom hâlini alır. Kromozomlar birbirinin aynısı iki kardeş kromatitten oluşur.
- Çekirdekçik kaybolur.

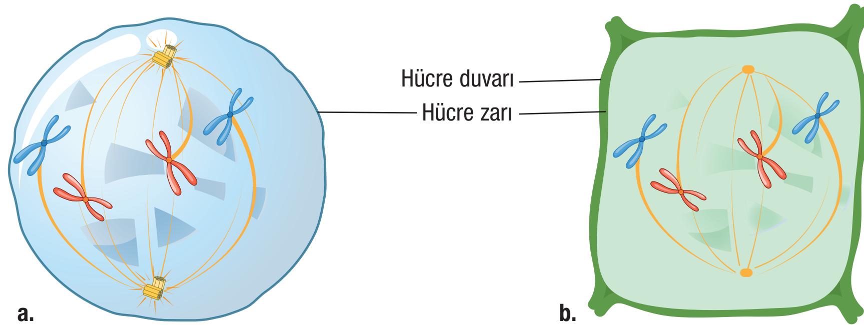
- İğ iplikleri, hücrelerde bulunan kromozomların iki yeni hücreye ayrılmasında rol oynayan yapılardır. Hayvan hücrelerinde bulunan sentrozomlar, aralarındaki iğ ipliklerinin uzaması sebebiyle zıt kutuplarına doğru hareket etmeye başlar. ***(Görsel 1.7)***. Hayvan hücrelerinde mikrotübüllerin organizasyonu sentrozomlar gerçekleştirir. Bitki hücrelerinde sentrozom yoktur. Bitki hücrelerinde iğ iplikleri sitoplazmadaki mikrotübül organize edici bölge tarafından oluşturur.



Görsel 1.7: a. *2n=4 kromozomlu bir hayvan hücresinde profaz evresi*
b. *2n=4 kromozomlu bir bitki hücresinde profaz evresi*

Profaz sonunda prometafaz ara evresi gerçekleşir:

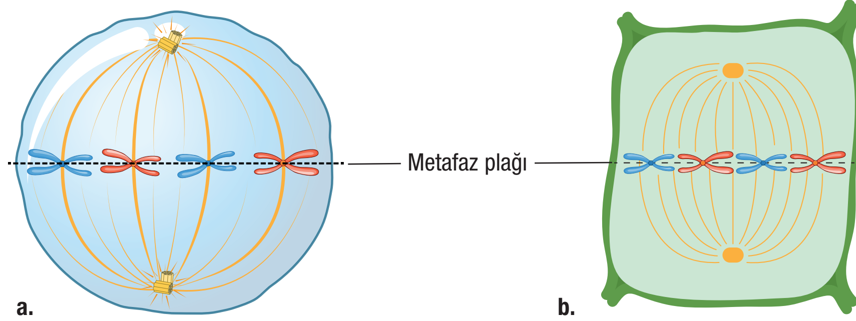
- Çekirdek zarı parçalanır. Mikroskop altında belli bir çekirdek alanı tespit edilemez.
- Kromozomların kardeş kromatitleri, sentromer bölgesinde bulunan kinetokor proteinlerinden iğ ipliklerine tutunur.
- Kromozomlara tutunmayan iğ iplikleri karşılıklı olarak birbirlerine bağlanır. Bu bağlanma hücrenin boyunun uzamasını ve mekik şeklini almasını sağlar.



Görsel 1.8: a. *2n=4 kromozomlu bir hayvan hücresinde prometafaz evresi*
b. *2n=4 kromozomlu bir bitki hücresinde prometafaz evresi*

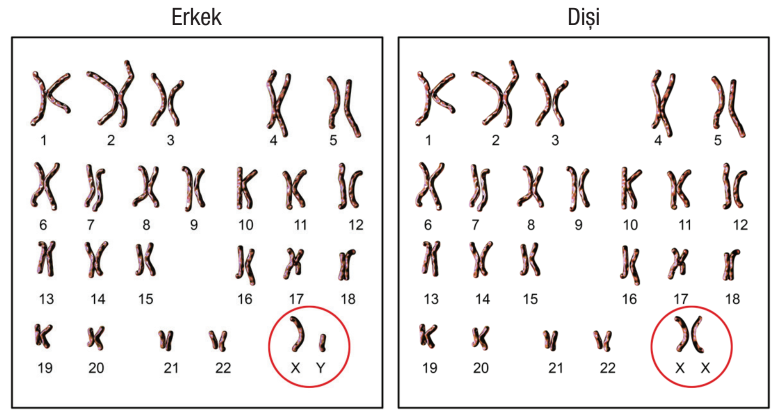
Metafaz

- Kinetekorlarından iğ ipliklerine tutunmuş olan kromozomlar, hücrenin orta kısmında bulunan metafaz plağı adı verilen hayalî düzleme yerleşir ***(Görsel 1.8)***.
- Sentrozomlar hücrenin zıt kutuplarında yer alır.



Görsel 1.8: a. *2n=4 kromozomlu bir hayvan hücresinde metafaz evresi*
b. *2n=4 kromozomlu bir bitki hücresinde metafaz evresi*

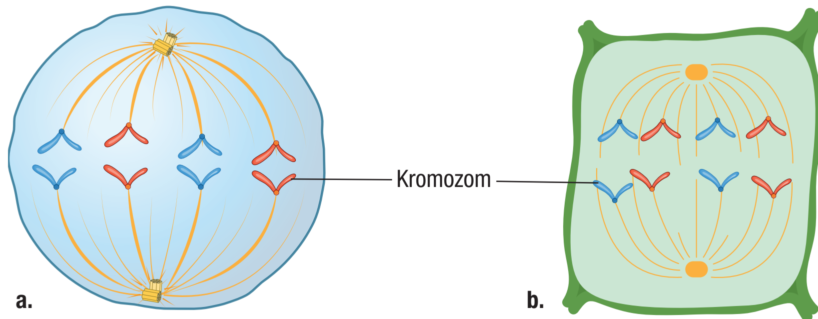
- Bir hücrenin kromozomlarının büyüklüğüne ve tipine göre dizilmesi ile oluşturulan görüntüye **karyotip** adı verilir. Karyotipin en kolay oluşturulabildiği evre metafazdır. Çünkü metafaz evresi bir hücrenin kromozomlarının en net görüldüğü evredir ***(Görsel 1.9)***. Kalıtsal hastalıkların belirlenebilmesi için kullanılan yöntemlerde o hücrenin karyotipi çıkarılarak kromozomlarda bir anormallik olup olmadığına bakılır.



Görsel 1.9: *İnsan karyotipi*

Anafaz

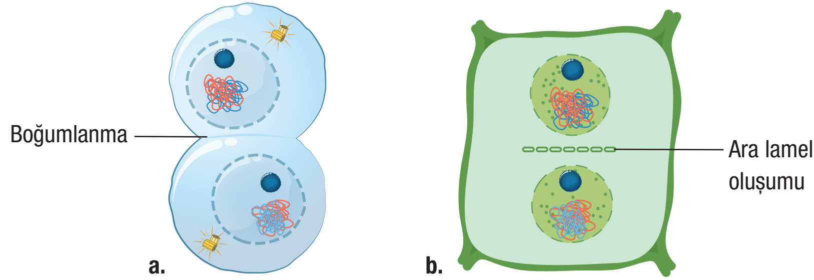
- Anafaz, kardeş kromatitleri sentromer bölgesinde bir arada tutan proteinlerin yıkımı ile başlar.
- Her bir kromozomun kardeş kromatitleri bağlı oldukları iğ ipliklerinin kısalmasıyla zıt kutuplara doğru çekilmeye başlar. Bu aşamadan sonra her bir kromatit, kromozom olarak adlandırılır.
- Kromozomlara bağlı olmayan iğ iplikleri uzamaya devam ederek hücrenin boyunun uzamasını sağlar.
- Anafaz sonunda hücrenin her iki kutbu ana hücre ile aynı sayıda kromozoma sahiptir ***(Görsel 1.10)***.



Görsel 1.10: a. *2n=4 kromozomlu bir hayvan hücresinde anafaz evresi*
b. *2n=4 kromozomlu bir bitki hücresinde anafaz evresi*

Telofaz ve Sitokinez

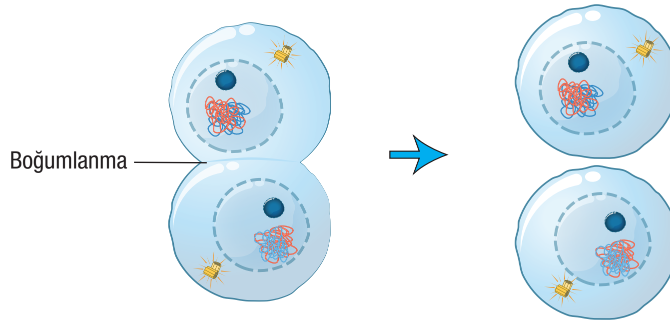
- Zıt kutuplara çekilen kromozomların yoğunlaşmış olan yapısı çözülür ve tekrar kromatin iplik hâline dönüşür.
- Çekirdek zarı yeniden oluşturulur. Çekirdekçik görünür hâle gelir ***(Görsel 1.11)***.
- İğ iplikleri kaybolur.
- İki yeni çekirdeğin oluştuğu hücrede sitokinez (sitoplazma bölünmesi) başlar.



ETKİNLİK

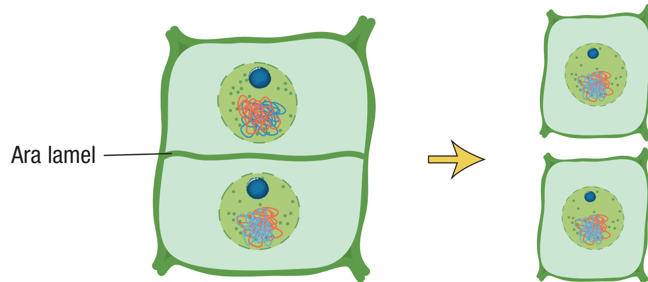
Görsel 1.11: a. *2n=4 kromozomlu bir hayvan hücresinde telofaz evresi*
b. *2n=4 kromozomlu bir bitki hücresinde telofaz evresi*

Sitoplazma bölünmesi genellikle geç telofazda başlar. Hayvan hücrelerinde boğumlanma, iki yeni hücre oluşana kadar devam eder ve sonuçta ana hücre ile aynı genetik yapıya sahip iki yavru hücre oluşur ***(Görsel 1.12)***.



Görsel 1.12: *Hayvan hücresinde boğumlanma ile sitoplazma bölünmesi*

Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi gerçekleşirken hücre zarının dışında sert yapılı hücre duvarı bulunduğundan hayvan hücrelerinde olduğu gibi boğumlanma gerçekleşmez. Bunun yerine **ara lamel** (hücre plağı) adı verilen yapı ile oluşumu ile sitoplazma bölünmesi gerçekleşir ***(Görsel 1.13)***.



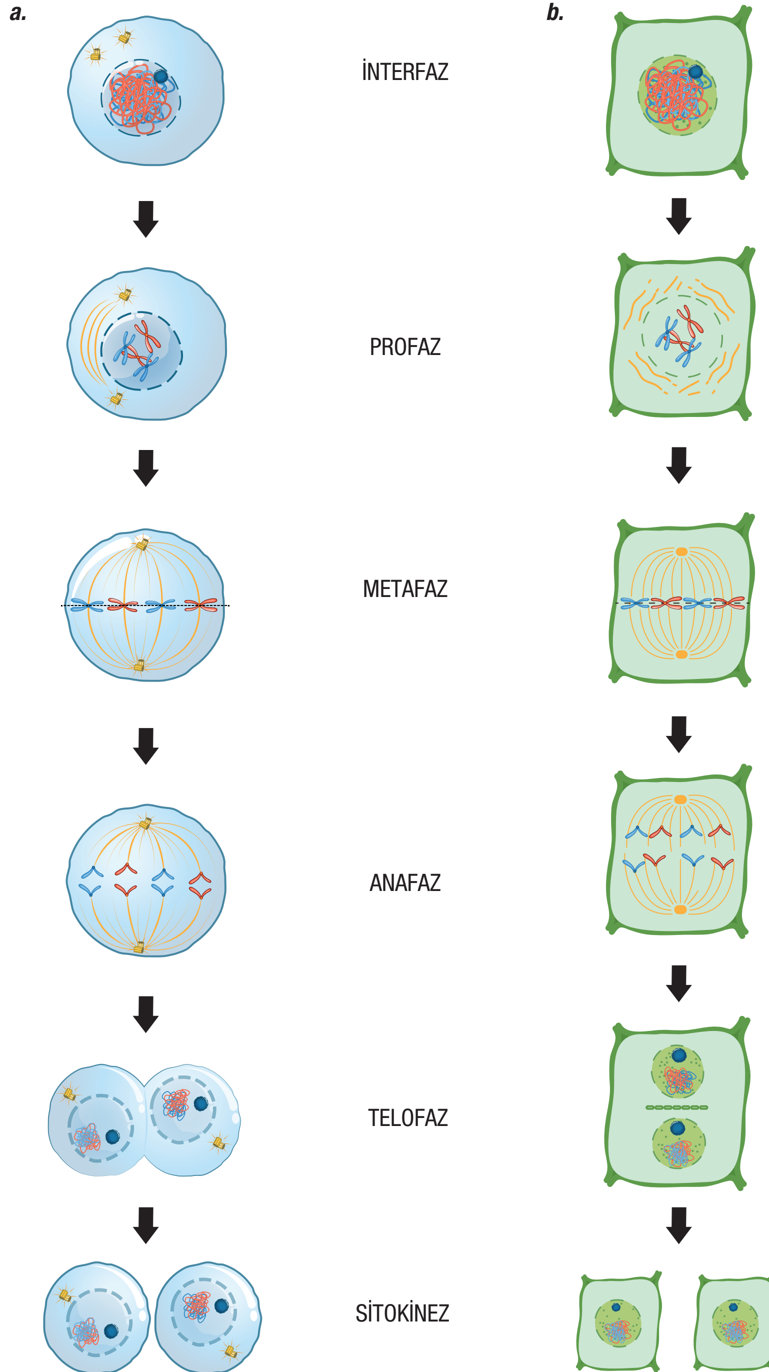
Görsel 1.13: *Bitki hücresinde ara lamel ile sitoplazma bölünmesi*

Mitozun telofaz evresinde Golgi aygıtı tarafından oluşturulan küçük keseler hücrenin ortasına yerleşmeye başlar. Bu keselerin içerisinde bulunan maddeler sitokinezin gerçekleşmesini sağlayacak ara lamel yapımında kullanılır. Hücrenin ortasından başlayarak kenarlara doğru iki yönde hücre zarı ile birleşene kadar ara lamel oluşumu devam eder. Ara lamel ile hücre zarı birleştiğinde ana hücre, iki yavru hücreye ayrılmış olur.

Her hücre bölünmesi sonucunda oluşan yeni hücrelerin kromozom sayısı ana hücre ile aynıdır ve bir ana hücreden iki yavru hücre oluşur. Dolayısıyla mitoz sonucunda hücre sayısı geometrik olarak artar (2, 4, 8...). Bölünme sonucu oluşan hücre sayısı 2^n formülü ile hesaplanır. Formülde kullanılan “n” mitoz bölünme sayısıdır.

Örneğin 2n=8 kromozomlu bir hücrenin art arda 4 mitoz geçirmesiyle $2^n=2^4=16$ hücre oluşur. Oluşan hücrelerin kromozom sayısı 2n=8’dir.

2n = 4 kromozomlu hayvan ve bitki hücrelerinin mitoz evreleri verilmiştir ***(Görsel 1.14)***.

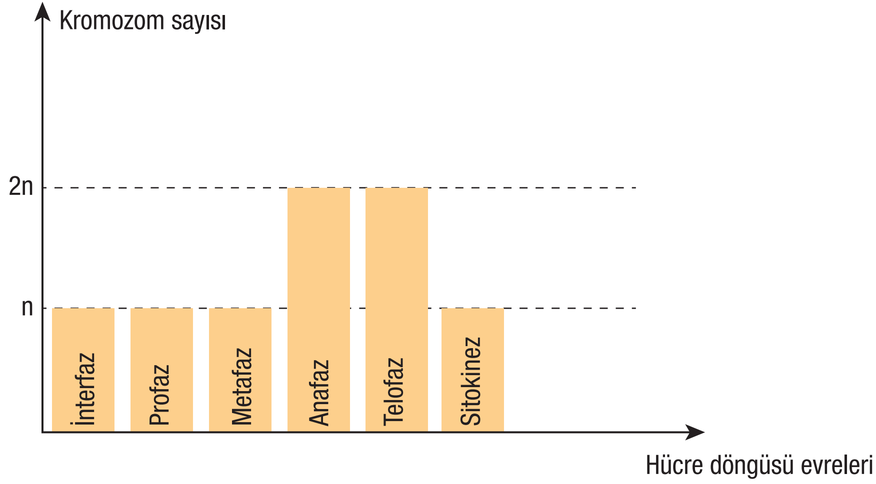


Görsel 1.14: a. *Hayvan hücresinde mitoz evreleri*
b. *Bitki hücresinde mitoz evreleri*



ETKİNLİK

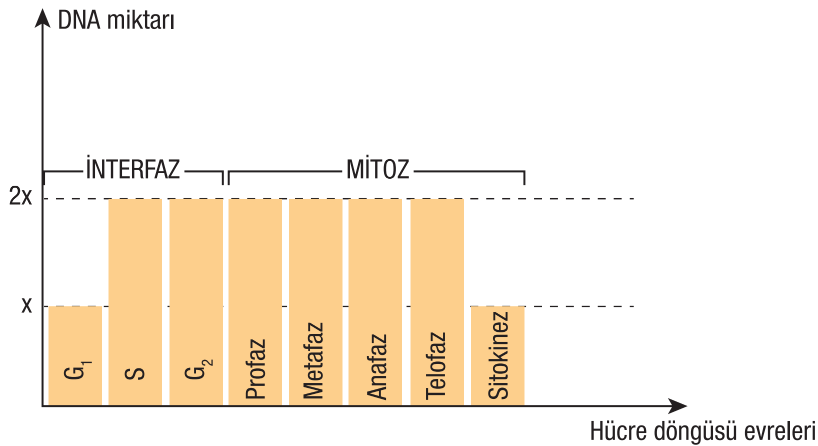
Mitoz anafazında kardeş kromatitler ayrılarak kromozoma dönüştüğünden hücrenin kromozom sayısı iki katına çıkar. Sitokinezin tamamlanmasıyla oluşan yeni hücrelerin DNA miktarı, organel çeşidi, kromozom sayısı ve yapıları atasal hücreyle ve birbirleriyle aynı ancak organel sayıları ve sitoplazma miktarları farklı olabilir ***(Grafik 1.1)***.



ETKİNLİK

Grafik 1.1: *Hücre döngüsünde kromozom sayısı değişimi*

İnterfazda DNA eşlendiğinden DNA miktarı iki katına çıkar. Sitokinezin tamamlanmasıyla her hücreye eşit miktarda DNA aktarılmış olur. Böylece yeni hücreler, bölünmeye giren ata hücreyle aynı miktarda DNA'ya sahip olur ***(Grafik 1.2)***.



Grafik 1.2: *Hücre döngüsünde DNA miktarı değişimi*

DENEY 1.1

Soğan Kök Hücrelerinde Hücre Bölünmesinin Tespiti

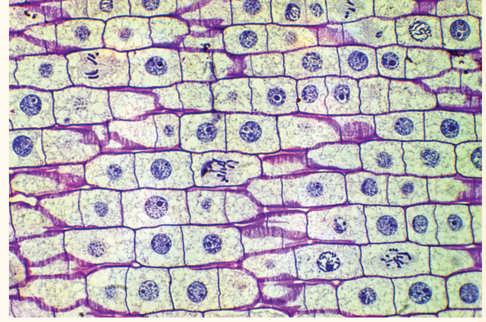


Deneyin Amacı

Hücre bölünmesinin evrelerini ayırt edebilme

Araç Gereçler

Köklendirilmiş kuru soğan, asetokarmin veya aseto-orsein boyası, jilet veya makas, pens, tüp maşası, ispirto ocağı, beher veya su bardağı, mikroskop, petri kabı, lam ve lamel.



Soğan kök hücrelerinin mikroskobik görünümü (Görüntü x40 oranında büyütülmüştür.)

Ön Hazırlık

Etkinliği yapmadan 4-5 gün önce bir kuru soğanı saçakları su içinde kalacak şekilde, su dolu beherin veya bardağın içerisinde bekletiniz. Köklenme gerçekleşmezse bekleme süresini uzatarak köklenme oluşana kadar bekleyiniz.

Deneyin Yapılışı

- Köklendirilmiş soğanın köklerinden birkaç tanesinin uçlarını (yaklaşık 5 mm), jilet veya makasla keserek bir petri kabına koyunuz.
- Petri kabına soğan köklerinin üstlerini örtecek kadar asetokarmin veya aseto-orsein boyası dökünüz.
- Kabı bir tüp maşası ile tutup ocakta hafifçe ısıtınız.
- Isıtılan kök uçlarından birini lam üzerine yerleştirip kök ucundan jiletle veya makasla kesiniz.
- Lam üzerinde kalan parçaya bir damla taze asetokarmin veya aseto-orsein boyası damlatınız ve parçayı jiletle veya makasla küçük parçalara ayırınız.
- Lam üzerindeki kökleri bir lamel ile kapatıp üzerine bastırarak parçaların ezilmesini sağlayınız. Böylece hücreler birbirinden ayrılacaktır.
- Hazırlamış olduğunuz preparatı önce küçük objektifle inceleyip hücrelerin en çok görüldüğü bölgeleri tespit ediniz. Tespit ettiğiniz bölgeyi büyük objektifle inceleyiniz.
- Bölünmenin değişik safhalarını ve bu safhalardaki farklı yapıları dikkatlice inceleyiniz.

Değerlendirme

- Soğan kök hücrelerinden bölünme geçirenlerin şekillerini defterinize çizerek hangi evrede olduklarını tespit etmeye çalışınız.
- Kök hücrelerini gözlemlerken neden asetokarmin veya aseto-orsein boyalarını kullandığınızı araştırınız.

1.1.3. HÜCRE BÖLÜNMESİNİN KONTROLÜ VE KANSER

Yapılan birçok bilimsel çalışma, hücre döngüsünün kontrolünün hücre içinden ve dışından gelen moleküler ve fiziksel sinyaller ile gerçekleştirildiğini göstermektedir. Hücre bölünmesinin kontrolü hücre döngüsünün interfaz evresinde ve mitotik faz evresinin mitoz alt evresinde bulunan **kontrol noktalarında** gerçekleştirilir. Kontrol noktaları kendinden önceki olaylar tamamlanmadan sonraki süreçlerin gerçekleşmesini engeller. Kontrol noktalarında "Dur!" veya "Devam Et!" sinyalleri verilerek hücre döngüsünün yönü belirlenir. Bu sinyaller, hücrenin bölünme evrelerinde gerçekleşmesi gereken olayların doğru olarak gerçekleşme durumlarının kontrol edilmesinden sonra moleküler düzeyde verilen sinyallerdir.

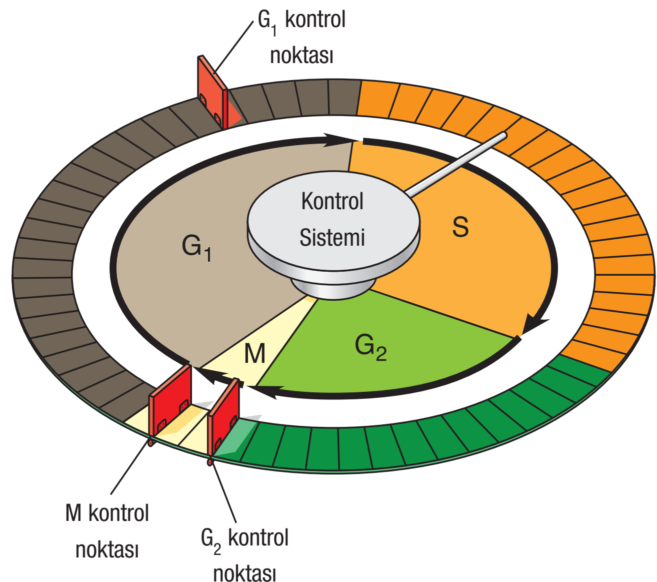
G_1 kontrol noktasında hücrenin yeterince büyüyüp büyümediği, çevrenin uygunluğu ve DNA hasarının olup olmadığı kontrol edilir. Hücrelerin büyük çoğunluğu için en önemli kontrol noktası G_1 kontrol noktasıdır. Memeli hücrelerinde G_1 kontrol noktasına "Kısıtlama noktası" da denir. Eğer hücre G_1 kontrol noktasında devam et sinyali almazsa döngüden çıkarak durgun döneme geçer. Bu duruma G_0 evresi denir. İnsan vücudundaki hücrelerin çoğu G_0 evresindedir. Hücreler yaşamı boyunca G_0 evresinde kalabildiği gibi uygun sinyallerle G_0 evresinden çıkıp hücre döngüsüne tekrar girebilir. Örneğin G_0 evresinde bulunan sinir hücreleri bu evrede kalır ve bölünmez. G_0 evresinde bulunan karaciğer hücreleri ise yaralanma sırasında salınan büyüme faktörleri sayesinde G_0 fazından çıkar G_1 evresine girer ve hücre döngüsüne devam eder.

Araştırınız-Tartışınız

Hasar görmüş DNA'ya sahip bir hücrenin bölünme döngüsünde gerçekleşen olayları araştırarak sınıf arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

G_2 kontrol noktasında DNA'nın hatasız kopyalanıp kopyalanmadığı ve hücre büyüklüğü kontrol edilir.

M kontrol noktasında bütün kromozomların iğ ipliklerine bağlı olup olmadığı kontrol edilir ***(Görsel 1.15)***. Kontrol noktalarındaki olaylar doğru gerçekleşmemişse "Dur." sinyali verilir ve hücre bölünmesi durdurulur. Eğer bu kontrol noktalarındaki olaylar doğru gerçekleşmişse "Devam Et." sinyali verilir ve hücre bölünmesi olması gerektiği gibi devam eder. Hücre içinden gelen moleküler düzeydeki sinyaller dışında hücre dışından gelen fiziksel ve kimyasal uyarılar da hücre döngüsünün kontrolünde rol oynar.

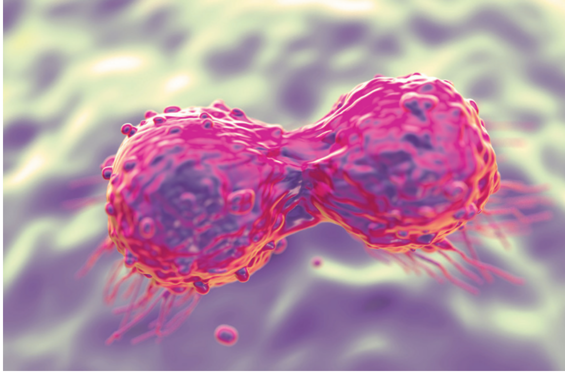


Görsel 1.15: *Hücre kontrol sistemi şematik gösterimi.*

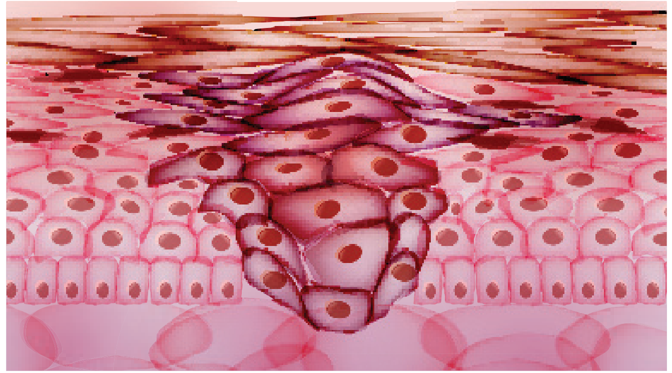
Hücreler tarafından sentezlenen bazı proteinler diğer hücrelerin bölünmesini sağlar. Bu proteinlere **büyüme faktörü** adı verilir. Büyüme faktörü, hücrelerin yer aldığı ortamda yaşam için gerekli ve yeterli miktarda besin bulunduğu sürece salınmaya devam eder. Hücreler belli bir yoğunluğa ulaştığında hücre bölünmesini inhibe eder ve artık bölünmez (yoğunluğa bağlı inhibasyon). Bunun nedeni sadece büyüme faktörünün yetersizliği değil, hücrelerin hücre zarları aracılığıyla birbirleri ile kurdukları

temastır. Kültür kabında yetiştirilen hücrelerle yapılan çalışmalarda hücrelerin kabın içini doldurduklarında bölünmeyi durdurdukları görülmüştür. Kabın içerisinde bulunan hücrelerin bir kısmının dışarı çıkarılması ile hücreler tekrar bölünmeye başlamış ve kabı doldurduklarında yeniden bölünmeyi durdurmuştur. Bu çalışmalardan hücrelerin birbirleri ve doku duvarı ile temas kurduklarında bölünmeyi durdurdukları sonucu çıkarılmıştır.

Tüm bu kontrol mekanizmasına rağmen virüs, ultraviyole ışınlar, kimyasal maddeler gibi çeşitli etkenler, hücre döngüsünün kontrol mekanizmasında yer alan sinyallere hücrelerin cevap vermesini engelleyebilir. Sinyallere cevap vermeyen hücreler, kontrolsüz bir şekilde bölünmeye başlar. Bu şekilde kontrolsüz olarak bölünen hücreler **kanser hücreleri**dir ***(Görsel 1.16)***. Kanser hücreleri yaşam için gerekli maddeler sağlandığı sürece sınırsız olarak bölünebilir. Kontrolsüz çoğalan hücrelerin dokularda oluşturdukları kitlesel yapıya **tümör (ur)** adı verilir ***(Görsel 1.17)***.



Görsel 1.16: *Kanser hücresinde bölünme*



Görsel 1.17: *Tümör oluşumu*

Tümör hücreleri sadece oluştuğu dokuda kalırsa **iyi huylu tümör** olarak adlandırılır ve çoğunlukla ameliyatla sorunsuz bir şekilde bulunduğu dokudan çıkarılabilir. Bazı tümörlerde ise tümör hücreleri lenf ve kan damarları aracılığıyla diğer dokulara yayılarak hasar oluşturabilir. Bu tür tümörler **kötü huylu tümör** olarak adlandırılır. Kötü huylu tümörü bulunan bir kişi kanser hastası kabul edilir. Kanser hastalarında kötü huylu tümör hücrelerinin lenf veya kan damarları yoluyla diğer birçok doku ve organa yayılmasına **metastaz** adı verilir.

Kanser hücrelerinin nasıl durdurulacağı ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve günümüzde de hâlâ yapılmaktadır. Bu çalışmalar doğrultusunda kanser hücrelerini durdurmak ve kanserli hastaları tedavi etmek için ışın (radyoterapi) ve ilaç tedavisi (kemoterapi) uygulanmaktadır.

ETKİNLİK 1.1

Mitoz

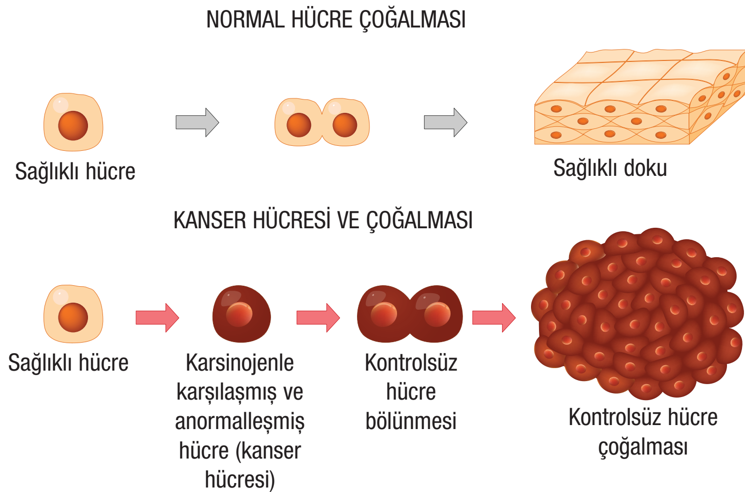
- Mitoz ile ilgili araştırma yapınız.
- Mitoz ile ilgili yaptığınız araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgilerle elektronik bir sunu hazırlayınız.
- Hazırladığınız sunuyu sınıf arkadaşlarınız ve öğretmeninizle paylaşınız.

OKUMA PARÇASI

Sağlıklı Bilgiler: Kanser Nedir? Kanserle İlgili Yanlış Bilinenler (Şeker, Kanseri Besler mi?)

(...) İnternet ve sosyal medya gibi iletişim araçları ile artık bilgiye ulaşmak hayli kolaylaştı. Ancak bu şekilde elde edilen bilgilerin doğruluğu sorgulanmadığı için kanser konusunda da bilgi kirliliği hayli arttı. Hiçbir bilimsel dayanağı olmayan "bilgiler" nedeniyle hastalarımızın tedavileri aksıyor, psikolojik durumları olumsuz yönde etkileniyor ve hatta bazı hastalarımız bu tür yanlış bilgiler yüzünden tedavi şanslarını, dolayısıyla yaşamlarını kaybediyor.

Kanser, vücudumuzun her organını veya dokusunu etkileyebilen çok geniş bir hastalık grubunun ismidir. Halk arasında kötü huylu veya dişi ur adıyla bilinen hastalıktır. Malin tümör veya neoplazi bu konu ile ilgili diğer tıbbi terimlerdir. Kanserin en önemli özelliği kimi hücrelerin normal hücrelerden farklılaşarak hızlı ve kontrolsüz bölünme özelliği kazanması ve sınır tanımaksızın yakınlarındaki doku ve organları istila etmesi ve dahası dolaşım yolu ile uzak organ ve dokulara yayılmasıdır. Kanserin uzak organlara yayılmasına **metastaz** denir. Kanserden ölümlerin en sık sebebi metastazlardır. Sonuçta kanser, vücudumuzun kendi hücrelerinin çeşitli nedenlerle başkalaşımı sonucu meydana gelen bir hastalıktır. Kanser vücudumuzdaki her hücrede gelişebilir. Kanserin bilinen birçok sebebi olduğu gibi günümüzde kanserle ilgili bilinmeyenler de hayli fazladır. Kanserlerin %30'u çok basit önlemlerle önlenebilir. Bunların en başında tütün ürünlerinin (sigara, puro, nargile) kullanılmaması geliyor. Ayrıca günümüzde modern tıbbın sağladığı cerrahi, radyoterapi ve sistemik ilaç tedavisi gibi olanaklar sayesinde birçok kanser türü tedavi edilebiliyor yani tam şifa sağlanabiliyor. Akciğer, meme, bağırsak, gırtlak ve mide kanseri gibi birçok kanser türü erken tanı alındığında çok rahatlıkla tedavi edilebiliyor. İnternette ve televizyonda şekerin kanseri beslediği ile ilgili sayısız iddia var. Hatta şekeri diyetten tamamen çıkarınca kanserin tedavi edileceği bile iddia ediliyor. Oysa şekerli gıdalar yemenin kanserin büyümesini hızlandırdığı ve yayılmasını çabuklaştırdığı ile ilgili kesin bir bilimsel kanıt yok. Vücudumuzdaki her hücre, sadece kanser hücreleri değil sağlıklı hücreler de hayati fonksiyonlarını sürdürebilmek için gereken enerjiyi glikozdan (bir tür şeker molekülü) elde eder. Dolayısıyla şeker yemek kanserin büyüme hızını artırmaz, şeker yemeyi tamamen kesmek de kanserin büyümesini durdurmaz. Ancak bu, diyetinizde şeker içeriğinin yüksek olması iyidir anlamına gelmez. Tam tersine şekerli gıdaların aşırı tüketilmesi fazla kalori alımına ve sonucunda kilo artışına, obeziteye ve diyabet oluşmasına yol açabilir. Obezite de kanserin en önemli nedenlerinden biri olduğu için aşırı şekerli gıdaların tüketimi dolaylı yoldan kansere neden olabilir. Bu nedenle şeker tüketimi konusunda da "Her şeyin fazlası zarar, azı karar." ilkesini hatırlamakta fayda var.



Bilim ve Teknik, (2017, Ocak), Sayı 590, s. 80.
(Kısaltılmıştır.)

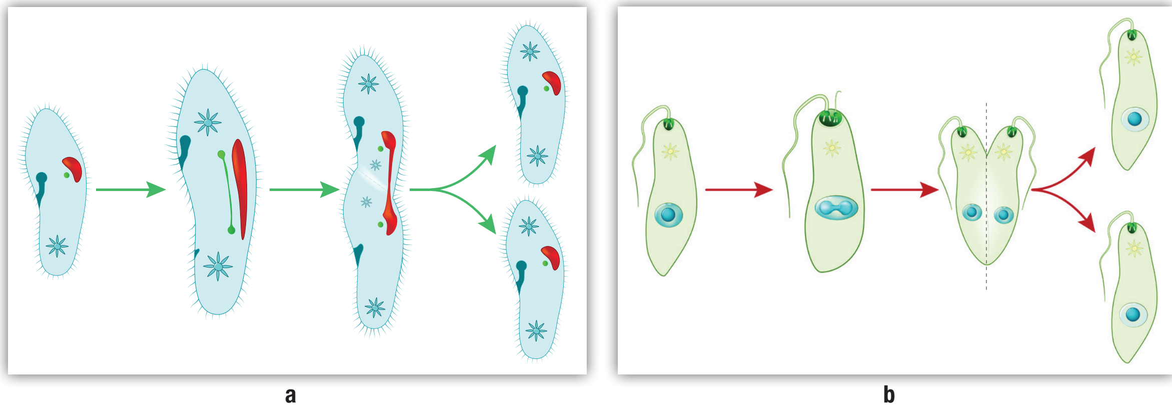
1.1.4. EŞEYSİZ ÜREME

Tek bir ata canlının döllenme olmaksızın yavru canlı oluşturmasına **eşeysiz üreme** denir. Eşeysiz üreme prokaryot canlılarda ve ökaryotik tek hücreli canlılarda görülebilen bir üreme şeklidir. Eşeysiz üremenin temeli genellikle mitozdur. Ancak hücrelerin bölünme şekline bakılarak o canlının üreme şekli konusunda yorum yapmak çok doğru olmayacaktır. Çünkü mayoz geçirebilen hücrelere sahip olan canlılar da eşeysiz olarak çoğalabilir.

Eşeysiz üremenin temeli genellikle mitoz olduğundan eşeysiz üreme sonucu oluşan yavrular ata canlının genetik açıdan tıpatıp aynısıdır. Bu nedenle eşeysiz üreyen canlılarda çeşitlilik gözlenmez (mutasyonlar hariç). Eşeysiz üreme; bölünerek üreme, tomurcuklanma, rejenerasyonla üreme, sporla üreme, partenogenez ve bitkilerde vejetatif üreme gibi örneklerle açıklanabilir.

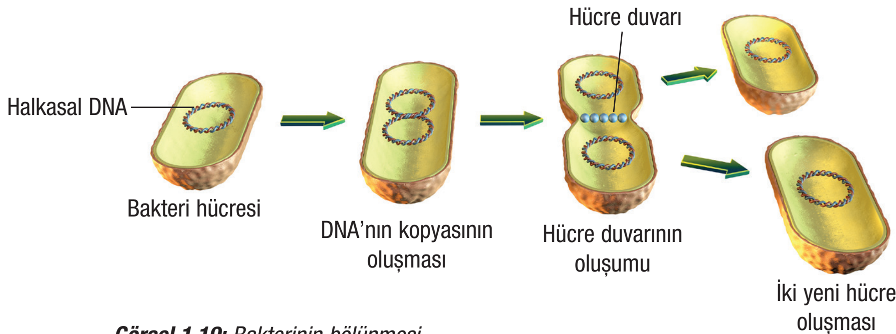
1.1.4.1. Bölünerek Üreme

Genellikle bir hücrenin ikiye bölünmesi ile gerçekleşen üreme şeklidir. Bakteriler ve arkeler gibi prokaryotlarda; amip, öglena, paramesyum gibi ökaryot bir hücreli canlılarda bölünerek üreme görülür. Amip, genel bir şekli olmadığı için her yöne, öglena boyuna ve paramesyum enine bölünerek yeni canlılar oluşturur ***(Görsel 1.18)***.



Görsel 1.18: *a. Paramesyum hücreleri enine bölünür.*
b. Öglena boyuna bölünerek çoğalır.

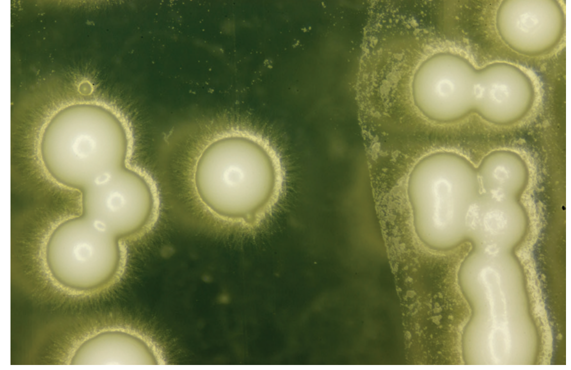
Prokaryotlarda (bakteriler ve arkeler) bölünme, hücrenin büyüyerek iki katına çıkması ve iki hücre oluşturacak şekilde bölünmesi ile gerçekleşir. Bakterilerin genetik materyali hücre içerisinde çekirdek zarı ile çevrili değildir ve halkasaldır ***(Görsel 1.19)***. Bakteri hücreleri ikiye bölünmeden önce DNA molekülünün bir kopyası oluşturulur. DNA'lar hücrenin zıt kutuplarına doğru hareket ederken hücrenin boyu da uzamaya başlar. Hücre zarı içeri doğru çöker, arada hücre duvarı oluşur ve sitoplazma bölünmesiyle iki yeni hücre meydana gelir.



Görsel 1.19: *Bakterinin bölünmesi*

1.1.4.2. Tomurcuklanma

Ana canlıdan mitoz ile oluşturulan tomurcuğun gelişerek yeni bir birey oluşturmasına **tomurcuklanma** adı verilir. Tomurcuklanma ile üremeye tek hücreli canlılardan maya mantarı, çok hücreli canlılardan hidra ve sünger örnek verilebilir ***(Görsel 1.20)***. Bu üreme tipinde ana canlıdan bir tomurcuk olarak oluşan canlı, ana canlıyla birlikte kalıp koloni hâlinde (polip formu) yaşayabileceği gibi ayrılarak tek bir canlı olarak (medüz formu) da yaşamını sürdürebilir.



Görsel 1.20: *Maya hücrelerinde tomurcuklanma ile üreme*

DENEY 1.2

Bira Mayasında Eşeysiz Üremenin İncelenmesi



Deneyin Amacı

Eşeysiz üremeyi kavrayabilme

Araç Gereçler

Şeker, su, kuru maya, beher, mikroskop, damlalık, lam ve lamel.

Ön Hazırlık

2 çay kaşığı şeker, bir bardak su ve 2 çay kaşığı kuru mayayı beherde karıştırıp 1 gün bekletiniz.

Deneyin Yapılışı

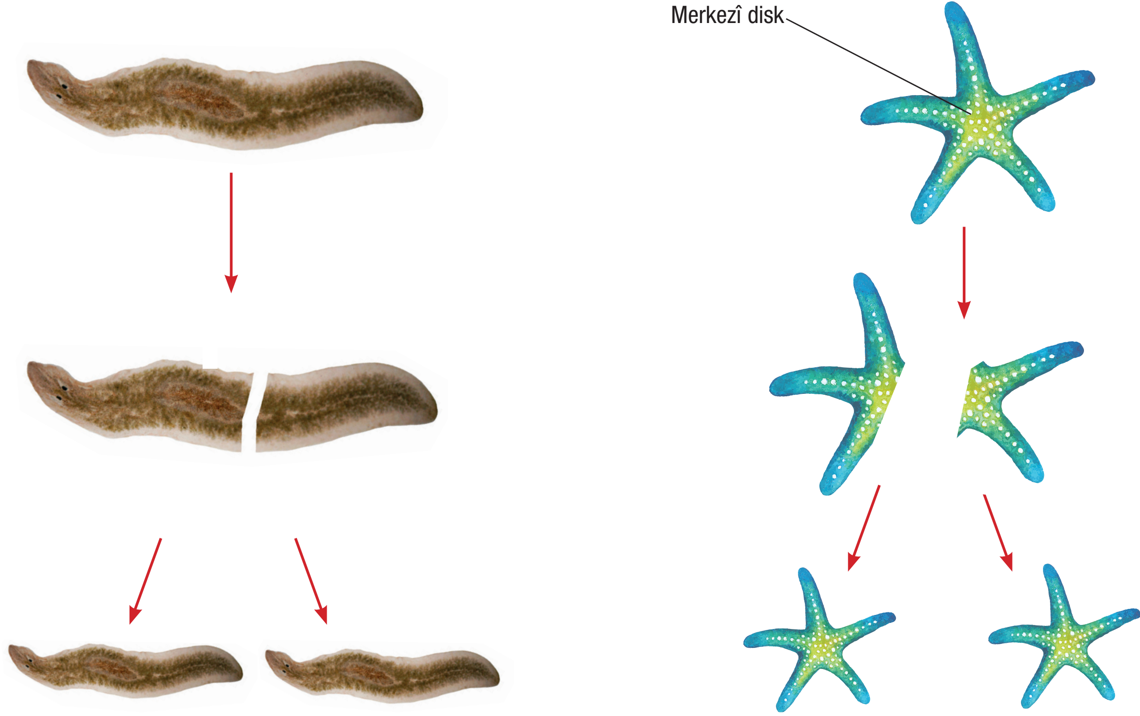
- Bir gün önceden hazırlanmış olan maya çözeltisinden damlalıkla bir damla alıp lam ve lamel kullanarak preparat hazırlayınız.
- Hazırladığınız preparatı önce küçük, sonra büyük objektifle inceleyiniz.
- Tomurcuklanmakta olan maya hücrelerini tespit ederek hücrelerin şeklini çiziniz.
- Bir gün önce hazırladığınız maya çözeltisinin aynısını deney günü tekrar hazırlayınız.
- Deney günü taze hazırladığınız maya çözeltisinden aldığınız örneği mikroskopta inceleyerek bir gün önceden hazırladığınız karışımla karşılaştırınız.

Değerlendirme

- Taze maya çözeltisi ile hazırladığınız preparatta tomurcuklanma gördünüz mü?
- Bir gün bekletilmiş çözelti ile taze çözelti arasında ne gibi farklılıklar gördünüz?
- Bira mayası çözeltisine şeker ilave etmenizin nedenlerini açıklayınız.

1.1.4.3. Rejenerasyonla Üreme

Kelime olarak “yenilenme” anlamına gelen rejenerasyon; doku, organ ve organizma düzeyinde gerçekleşebilir. Organizma düzeyinde gerçekleşen rejenerasyonda birey sayısında artış meydana geldiğinden buna **rejenerasyonla üreme** denir. Bazı omurgasız hayvan türleri rejenerasyonla ürer. Örneğin derisi dikenlilerden denizyıldızında kopan kol, merkezî diskten pay almışsa yeni bir birey meydana gelir. Aynı şekilde yassı solucanlardan planarya örneğinde, vücudun birbirinden ayrılan parçalarından yeni canlılar meydana getirilir ***(Görsel 1.21)***.



Görsel 1.21: *Planarya ve denizyıldızında yenilenme*

Daha gelişmiş organizmalarda ise yenilenme organ veya doku düzeyinde gerçekleşir ve sadece onarım amaçlıdır. Örneğin bir sürüngen olan kertenkelenin savunma mekanizması olarak kuyruğunu bırakmasından sonra kopan kuyruğunun yerine yeni bir kuyruk oluşur. Ancak kuyruktan yeni bir canlı oluşumu gerçekleşmez. Bu yenilenme organ düzeyinde rejenerasyondur ***(Görsel 1.22)***. Kuşlar ve memelilerde de yenilenme sadece doku düzeyinde gerçekleşir. Kırılan bir kemiğin onarımı veya yaralanan deri hücrelerinin iyileşmesi doku düzeyinde rejenerasyona örnektir.



Görsel 1.22: *Bazı kertenkeleler tehlike durumunda kuyruk bırakır, daha sonra kuyruk yeniden oluşur.*

Bilgi Kutusu

Canlılarda gelişmişlik düzeyi arttıkça yenilenme yeteneği azalır.

1.1.4.4. Sporla Üreme

Ana canlının mitoz bölünme ile oluşturduğu, etrafı sert bir çeperle kaplı, kötü koşullara dayanıklı hücrelere **spor** adı verilir. Sporlar n kromozomludur. Spor hücrelerinin metabolizması çok yavaştır. Sporların uygun koşullarda döllenme olmaksızın mitozla yeni bireyler oluşturmasına **sporla üreme** denir. Bazı mantarlar, yeşil algler, insanda sıtmaya neden olan plazmodyum ve tohumsuz bitkilerden kara yosunu ve eğrelti otları sporla üreyen canlılara örnektir ***(Görsel 1.23)***.



Mantar



Yeşil alg



Kara yosunu



Eğrelti otu

Görsel 1.23: *Sporla üreyen canlı örnekleri.*

1.1.4.5. Partenogenez

Dişi bireyin oluşturduğu yumurtadan döllenme olmaksızın yeni birey oluşmasıdır. Eklem bacaklılarda (bal arıları, karıncalar, yaprak bitleri, su pireleri, bazı çekirge ve kelebekler vb.) görülen eşeysiz üremenin yaygın bir şeklidir.

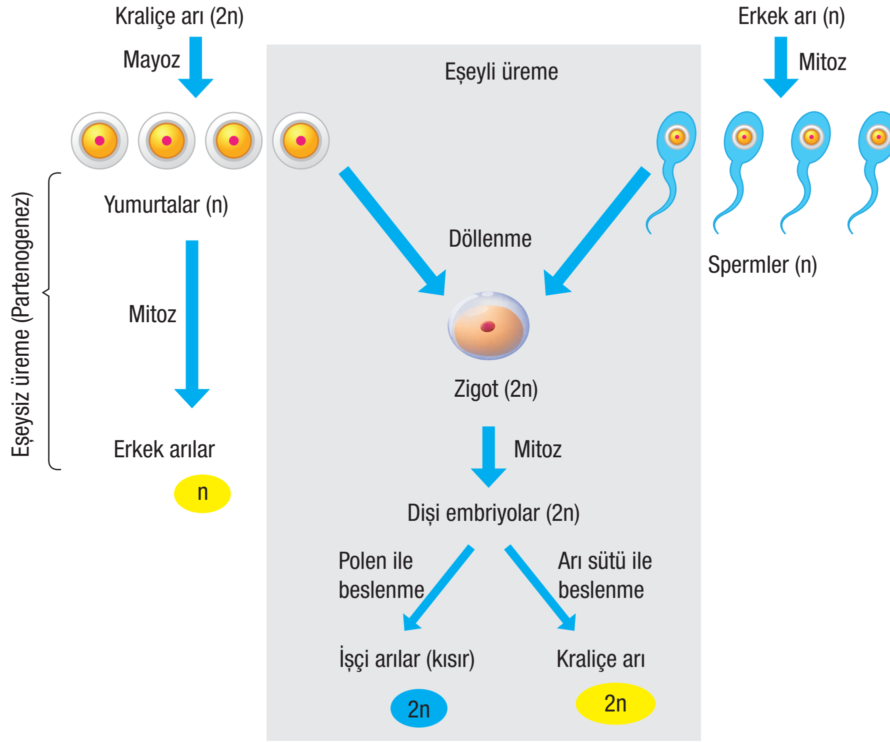
Bir bal arısı kovanında diploit (2n) dişi ve haploit (n) erkek arılar bulunur. Dişi arılardan biri kraliçe arıdır. Kovanda bulunan kraliçe arı ve erkek arılar üreme olayından sorumludur. Kraliçe arı mayoz ile haploit (n) yumurtaları oluşturur. Erkek arılar haploit (n) olduğundan spermler mitoz ile oluşturulur. Bu nedenle spermlerde kalıtsal farklılık yoktur.

Kraliçe arı yaşamı boyunca bir kez çiftleşme uçuşuna çıkar ve erkek arılar ile çiftleşir. Çiftleşme süresince aldığı sperm hücrelerini bir kese içinde depolar. Kraliçe arı, mayoz ile yumurta hücrelerini oluşturduğu zaman sperm kesesinin ağzı açıksa sperm hücresi ile yumurta hücresi birleşerek diploit (2n) zigot oluşur. Bu zigotlar dişidir. Zigot, polenle beslenerek gelişirse dişi işçi arılar, arı sütü ile beslenirse dişi kraliçe arı oluşur.

Kraliçe arının oluşturduğu haploit (n) yumurta hücreleri, döllenmeden gelişirse haploit (n) erkek arılar oluşur ***(Görsel 1.24)***. Bu olaya **partenogenez** denir. Erkek arılar yumurtanın mitozla gelişip oluşmasına rağmen az da olsa genetik çeşitlilik görülür. Çünkü yumurta mayozla oluşmuştur.

▷Araştırınız-Tartışınız

Arılarda, partenogenezle meydana gelmiş olan erkek arıların genetik yapıları aynı mıdır? Tartışınız.





Görsel 1.24: *Arılarda eşeyli ve partenogenez ile eşeysiz üreme*

Bazı balıklarda, iki yaşamlılarda, sürüngenlerde ve kuş türlerinde partenogeneze rastlanmaktadır. Kamçı kuyruklu kertenkelelerin bazı türleri sadece partenogenezle ürer ***(Görsel 1.25)***. Bu yüzden bu türlerde sadece dişi bireyler bulunur. Üreme mevsiminde bazı dişiler erkek rolü üstlenir, kurlaşma ve çiftleşme taklidi yapar. Böylece dişi bireyin yumurtlaması sağlanır. Mayoz II'de oluşan hücrelerden ikisi kaynaşır. Böylece diploit (2n) zigot meydana gelir. Döllenme olmaksızın yumurtanın gelişerek diploit yavru canlılar oluşturmasına **diploit partenogenez** denir.



Görsel 1.25: *Kamçı kuyruklu kertenkele*

Normalde partenogenezle üremeyen canlılarda yumurtaların yapay olarak uyarılması sonucu zigot oluşturulduğu gözlenmiştir. Örneğin kurbağa yumurtasına toplu iğne ile dokunulduğunda yumurta döllenmiş gibi uyarılıp kromozomlarını eşler ve bölünmeye başlayıp zigot oluşturur. Yumurtaların sıcaklık, pH, ortamdaki tuzluluk derecesi değiştirilerek ya da yumurtaların mekanik ve kimyasal uyarıcılarla uyarılarak yeni bir canlı oluşturulmasına **deneysel partenogenez** denir.

▷Araştırınız-Tartışınız

Hangi canlılarda deneysel partenogenez görülür? Araştırınız.

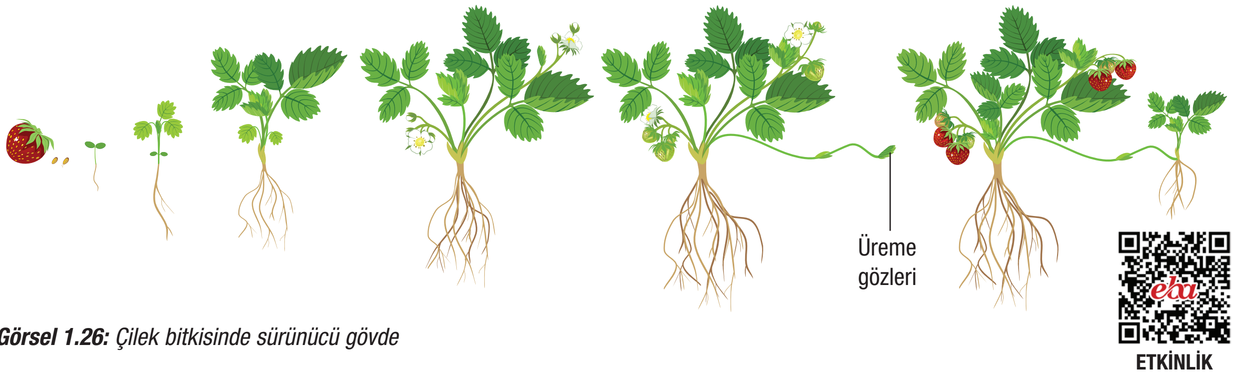
1.1.4.6. Vejetatif Üreme

Annelerinizin beğendikleri bir bitkinin dal, yaprak gibi bir parçasını alıp suya koymalarının nedenini hiç düşündünüz mü? Peki, su içerisinde bekleyen bitki parçasında ne gibi değişiklikler olduğuna dikkat ettiniz mi?

Eğer bu sorulara “evet” cevabı verdiyseniz koparılan ve su içerisinde bekletilen bitkiden belli bir süre sonra yeni bir bitki oluştuğunu gözlemlemiş olmalısınız. Bu şekilde bitkilerde vücudun belli bir parçası kullanılarak aynı bitkiden bir tane daha üretilmesine **vejetatif üreme** adı verilir. Vejetatif üreme mitozla bölünme ve yenilenme esasına dayanır.

Vejetatif üreme; sürünücü gövdeyle üreme, rizomla üreme, yumruyla üreme, çelikle üreme, aşılamayla üreme, daldırma yöntemiyle üreme, soğanla üreme ve doku kültürüyle üreme bitkilerde uygulanan vejetatif üreme şekilleridir.

Çilek bitkisinin toprak yüzeyine paralel olarak ilerleyen **sürünücü gövdesi** üzerinde göz adı verilen kısımların toprakta köklenmesiyle yeni çilek bitkileri oluşur ***(Görsel 1.26)***.



Görsel 1.26: *Çilek bitkisinde sürünücü gövde*

Rizomla üreme gövdenin alt kısmında gelişen kalın kök şeklindeki gövde uzantısı olan rizomlardan yeni bitkilerin gelişmesidir. Ayrık otu, zencefil gibi bitkilerde rizomla üreme görülür ***(Görsel 1.27)***.

Aynı şekilde **yumru gövdesi** bulunan patates bitkisi, gövde üzerinde bulunan gözlerden (vejetatif tomurcuk) yeni bitkilerin gelişmesi ile vejetatif olarak çoğalır ***(Görsel 1.28)***.



Görsel 1.27: *Zencefil bitkisinde rizom görünümü*



Görsel 1.28: *Patates bitkisinde yumru gövde görünümü*

Begonya ve menekşe gibi saksı bitkilerinde ve meyve ağaçlarında kök, gövde veya yapraktan alınan **çelik** adı verilen parçalar kullanılarak yeni bitkiler geliştirilir. Afrika menekşesi gibi bazı bitkilerde tek yapraktan tüm bir bitki oluşur. Çelikle üreyen bitkilerin bir kısmı tohum oluşturarak da üreyebilir.

İki bitki parçasını bir bitkiymiş gibi birleştirip kaynaştırarak yeni bitkiler elde edilmesine yönelik bütün yöntemlere **aşılama** denir. Aşılama yönteminde **anaç bitki** olarak adlandırılan bitki gövdesine, **aşı** olarak adlandırılan ve çoğaltılmak istenen bitki yerleştirilir ***(Görsel 1.29)***. Aşılama bir üreme biçimi değildir. Ancak aşılama işlemiyle ürün kalitesi yüksek olan bitkinin nesli devam ettirilmiş olur. Tarımsal alanda aşılamanın tercih edilmesinin temel nedeni, zaten ürün kalitesi bilinen bir bitkinin veriminin düşmesini engellemek ve ürün kalitesi ile verimliliğini sürekli olarak üst seviyede tutmaktır.



Görsel 1.29: *Aşılama*

Portakal, mandalina,fındık gibi bitki türleri **daldırma yöntemle** çoğaltılabilir. Daldırma yöntemiyle üreme yönteminde, bitkinin toprağa yakın kısmında bulunan dalı bitkiden ayrılmadan bükülerek toprağa gömülür. Gömülen dal, köklendiği zaman ana bitkiden ayrılarak yeni bir bitki elde edilir.

Sarımsak, sümbül, kardelen, lale gibi bitkiler ise soğanla üreyebilen canlılardır. **Soğanla üremede** soğan bu bitkilerin toprak altı organlarıdır. Bitki, toprak altında yeni soğanlar üretir. Bu soğanlar birbirlerinden ayrı ayrı köklenerek bitkinin toprak üstü kısımlarını üretir. Soğanla üreyen bitkilerin bir kısmı tohum oluşturarak eşeyli üremeyle de çoğalabilir ***(Görsel 1.30)***.



Görsel 1.30: *Lalelerin olgunlaşma dönemi sonunda çok sayıda yavru soğan toplanır. Bu soğanlar ertesi yıl çiçek üretmek için tekrar ekilir.*

Doku kültürü, bitkilerin değişik organlarından çok küçük parçacıklar steril koşullarda alınarak ve uygun yapay besin ortamında yeni bitkiler elde etmek için yapılan çoğaltmadır ***(Görsel 1.31)***. Doku kültürü tekniği; üretimi zor olan türlerin çoğaltılması, soyu tükenmekte olan türlerin korunması ve ticari değeri olan bitkilerin çok sayıda elde edilmesi gibi amaçlarla kullanılan vejetatif üreme yöntemidir. Örneğin mısır, buğday ve pirinç gibi bitkilerin ıslahında, orkide gibi süs bitkilerinin hızlı çoğaltılmasında bu yöntem kullanılmaktadır.



Görsel 1.31: *Doku kültürü ile çoğaltılmış bitkiler.*

Ülkemizde ve tüm dünyada bitkilerin insan yaşamında önemli bir yeri vardır. Gıda, tekstil, ilaç sanayisi, kozmetik gibi birçok alanda bitkiler tercih edilmektedir. Bu nedenle verimli olduğu düşünülen bitkiler genellikle vejetatif üreme yöntemleri kullanılarak üretilmektedir. Bitkilerin vejetatif üreme yöntemi ile üretilmesinin temel nedeni kısa sürede daha fazla ürün elde etmek ve verimliliği sürekli hâle getirmektir.

Türkiye'nin en önemli göreceli üstünlüğü, zengin genetik ve ekolojik çeşitliliğidir. Bu özelliklerin iyi bir sektörel örgütlenme, standartlara uyum ve kalitenin iyileştirilmesine yönelik bilgi ve teknoloji kullanımı ile bütünleştirilmesi bu faaliyet alanını geniş bir coğrafyaya hizmet sunma noktasına taşıyabilecektir. Türkiye'nin gerçek bir çiçek soğanı üreticisi olma potansiyeli vardır. Bunun en önemli delili, ülkemizin yalnızca doğal çiçek soğanı olarak kullanılan türlerin değil, süs bitkisi olarak kullanılmakta olan birçok türün de doğal gen merkezi olmasıdır. Türkiye'nin süs bitkileri ihracatındaki ana ürün grupları; canlı bitkiler (iç ve dış mekân bitkileri, fideler, fidanlar), kesme çiçekler, çiçek soğanları, yosunlar ve ağaç dallarıdır. Türkiye'de süs bitkileri ihracatı 20 yıl önce başlamıştır ve her yıl düzenli olarak artmaktadır (TOBB Türkiye Tarım Sektörü Raporu, 2013).

OKUMA PARÇASI

TOPRAK SOLUCANLARI İKİYE BÖLÜNDÜĞÜNDE YAŞAMAYI SÜRDÜREBİLİR Mİ?

Yaygın kanının aksine toprak solucanları ikiye bölündüklerinde iki ayrı solucana dönüşmezler. Dış görünüşlerinden anlaşılması güç olsa da bu solucanların baş ve kuyruk bölümleri bulunur. Ayrıca solucanların vücudunda hafif şişkin ve diğer kısımlardan daha açık renkteki clitellum adında segmentsiz bir bölüm de vardır. Clitellum vücudun ortasının baş bölümüne daha yakın kısmında bulunur ve yalnızca cinsel olgunluğa erişmiş solucanlarda bulunur. Solucan baş ve clitellum bölümlerinin bütünlüğü bozulmadan, kuyruk kısmından bölündüğünde rejenerasyon (yenilenme) ile yeni bir kuyruk oluşturabilir. Ancak ayrılan kuyruktan yeni bir baş çıkmaz. Solucanlar bu sayede avcılarından kurtulmak için kuyruklarını geride bırakıp kaçabilirler.

Öte yandan, yassı kurtlar (Platyhelminthes) şubesinde bulunan ve tatlısularda yaşayan planaryalar yenilenme özellikleri ile dikkat çeker. Bu canlılar kendi vücut ölçülerinin 1/300'lük dilimlerinden dahi yeni bireyler oluşturabilirler. Vücuttaki herhangi bir hücre türüne dönüşebilme özelliğine sahip neoblast adlı kök hücreler ile yeni canlı oluşumu tamamlanır ve bu yeni bireyler şaşırtıcı biçimde ata planaryanın hafızasını da taşır. Geçtiğimiz yıl sonuçları yayımlanan bir çalışmada ise, Nemertea şubesinde yer alan kurdelesolucanları incelendi. İncelenen otuz beş türden sekizinin vücutlarının arka kısmındaki küçük bir bölümden yeni bireyler oluşturabildiği raporlandı. Ayrıca Lumbriculus variegatus türü solucan benzeri siyah kurtların da kopan parçalarının rejenerasyon ile yeni bireylere dönüşebildiği biliniyor.

(Genel ağdan alınmıştır.)

DENEY 1.3

Bitkilerde Vejetatif Üreme

Deneyin Amacı

Eşeysiz üremeyi kavrayabilme

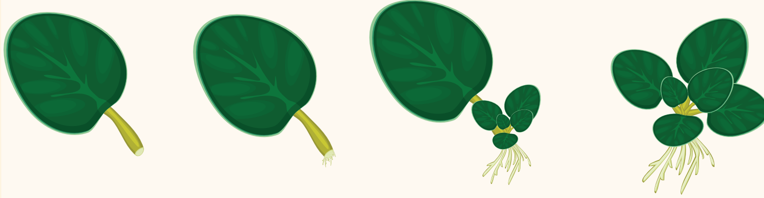
Araç Gereçler

Saksıda menekşe bitkisi, bardak, su, saksı, toprak, bıçak veya makas.

Ön Hazırlık

Saksıda bulunan menekşe bitkisinin bir yaprağını sapıyla birlikte toprağa en yakın kısmından bıçak veya makas yardımıyla keserek oda sıcaklığında bulunan bir bardak suda, güneş alabilecek bir yerde yaklaşık 1 hafta bekletiniz.





Deneyin Yapılışı

- Bardak içerisinde beklettiğiniz yaprağın sap kısmını her gün kontrol ederek yeni köklerin oluşup oluşmadığını gözlemleyiniz.
- Eğer kökler oluşmamışsa kökler oluşana kadar bekleme süresini uzatınız.
- Kökler oluştuğunda menekşe yaprağını saksı içerisindeki toprağa yaprak ayası dışarıda kalacak şekilde dikiniz.
- Diğer bütün saksı çiçeklerinde yapıldığı gibi ihtiyaç duyduğu sürece sulayarak bitkinin gelişimini kontrol ediniz.

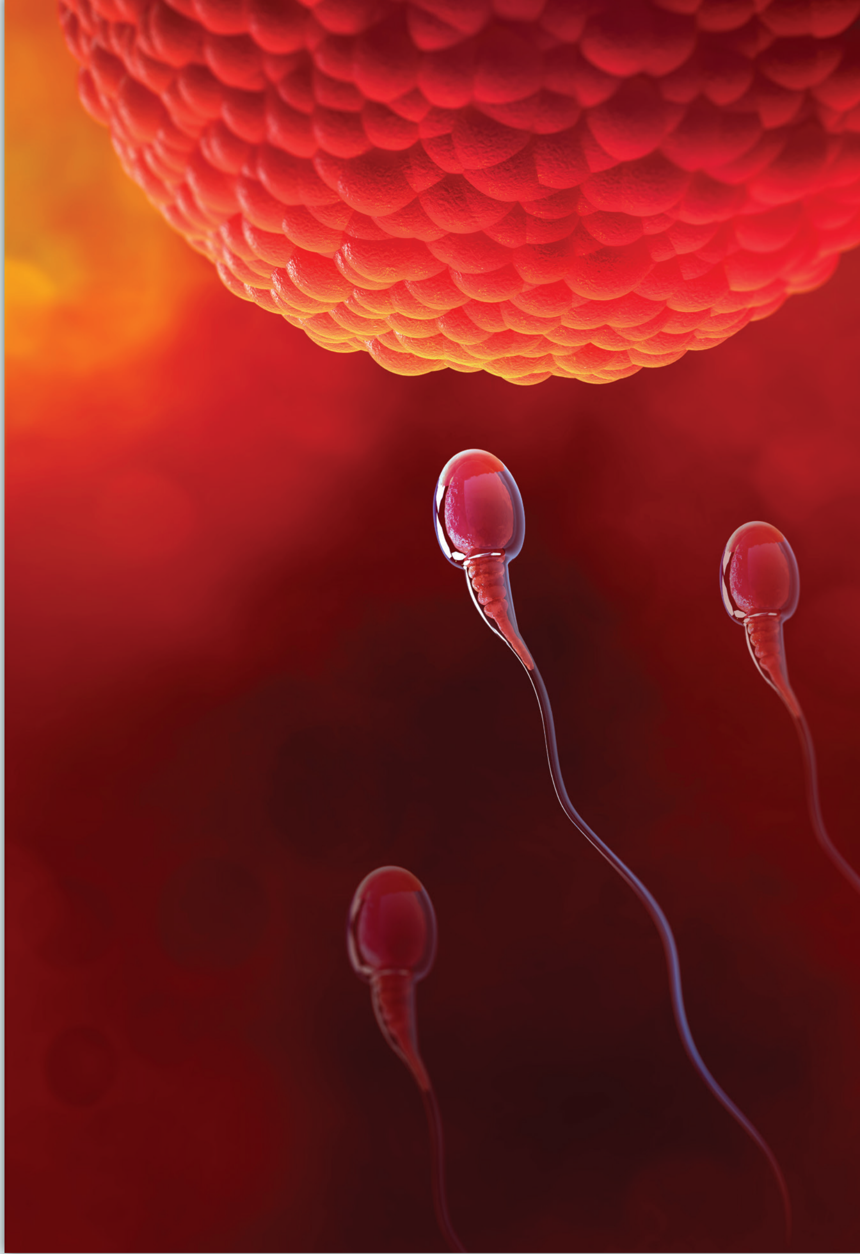


Değerlendirme

- Köklendirmek için aldığımız yaprağı sapıyla birlikte kesmemizin nedeni nedir?
- Köklenme gerçekleşmeden yaprağı saksıya dikerseniz yeni bitki gelişir mi? Gelişmezse nedeni nedir? Kısaca açıklayınız.
- Yaprağını keserek aldığınız bitki ile yeni oluşturduğunuz bitkinin çiçek renklerini karşılaştırınız. Farklı ya da aynı rengi gözlemleyip gözlemleyemediğinizin nedenleri ile açıklayınız.

2. BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME



Anahtar Kavramlar

Diploit
Döllenme
Eşeyli üreme
Haploit
Krossing over
Mayoz
Sinapsis
Tetrat

Neden Akrabalarınıza Benzemezsiniz?

Genetik materyallerinin çoğunu paylaşan aynı ailenin üyeleri bile birbirinden önemli ölçüde farklı olabilir.

Bir aile toplantısına katıldıysanız bunun canlı kanıtını görmüşsünüzdür. Bırakın dünyayı, kendi ailelerimizde bile gördüğümüz inanılmaz çeşitlilik nasıl açıklanabilir? Bir dansa katılan 23 çift düşünün. Çiftler, iki paralel çizgi oluşturarak, birbirlerine bakacak şekilde sıraya girmeye başlar. Dans edecek çiftler, birbirlerinin karşısında oldukları sürece hangi sırada durdukları önemli değildir. Erkekler ve kadınlar her iki sırada olabileceğinden, dansçılar milyonlarca farklı şekilde sıraya girebilir. Aslında, olası eşleşmelerin sayısı 2^{23} veya 8 milyondan fazladır.

İlk hücre bölünmesi sırasında 23 çift kromozomun iki yavru hücre arasında nasıl paylaştırıldığını da aynı şekilde düşünebilirsiniz. Her yavru hücre, her çiftten birer kromozom alır ama hangisini alacağı tamamen rastgeledir. Dansçılarda gördüğümüz gibi bu 8 milyondan fazla farklı kombinasyon oluşturuyor. Bu, tek bir ebeveyn grubunun 64 trilyondan fazla farklı zigot üretebileceği anlamına gelir.

(Genel ağdan alınmıştır.)

(Kısaltılmıştır.)

- Eşeyli üremenin kalıtsal materyali aktarmadaki etkisi nedir?
- Eşeyli üreyen canlılar neden birbirlerine benzemez?
- Anne ve babanızın özelliklerinden hangilerini taşıyorsunuz? Bunun nedenini nasıl açıklarsınız?



1.2.1. MAYOZ

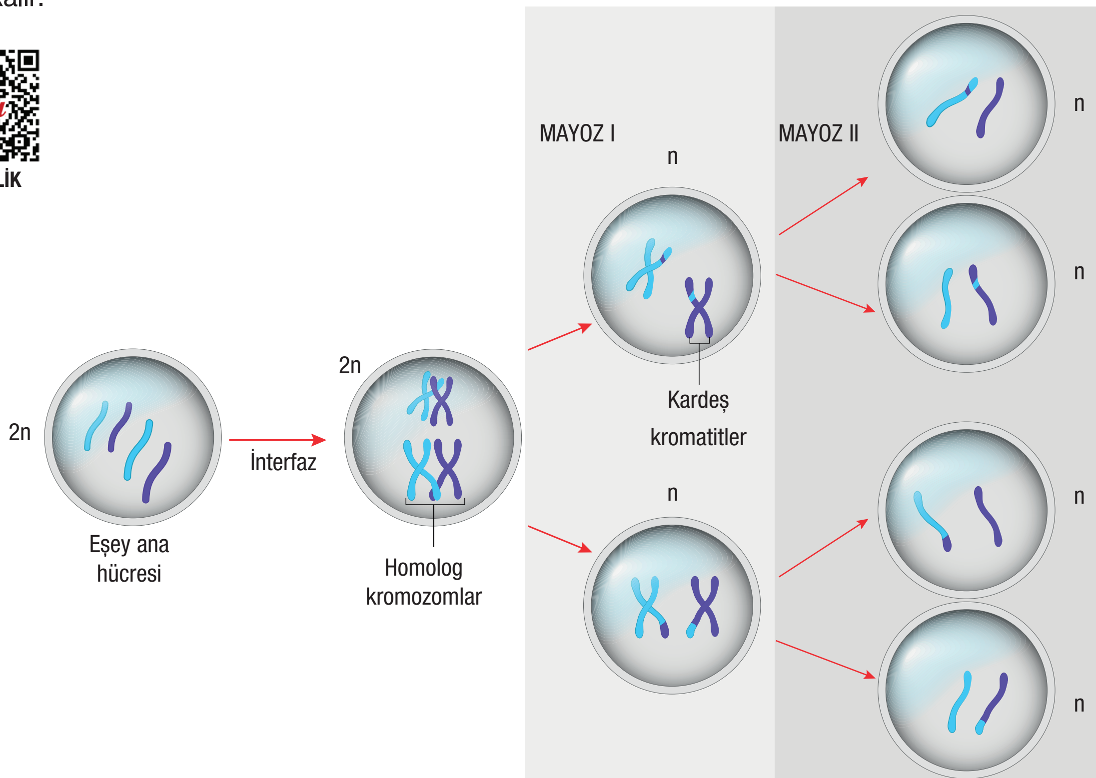
Bir canlı türünün tüm bireylerinin hücrelerinde bulunan kromozom sayısı istisnai durumlar haricinde sabittir. İnsan hücreleri için bu sayı 46'dır. Bu sayının nesiller boyunca sabit kalması gerekmektedir. Eşeysiz üreyen canlılarda üreme mitoz temeline dayanarak gerçekleştiğinden kromozom sayısının nesiller boyunca sabit kalmasında herhangi bir problem bulunmamaktadır. Bu durumda akla gelen soru, insan gibi eşeyli üreyen canlılarda kromozom sayısının nasıl sabit kaldığıdır.

Bilgi Kutusu

Eşeyli üreyen canlılarda mayoz bölünme sonucu yarıya düşen haploit kromozom sayısı, döllenme olayı ile tekrar türün normal diploit kromozom sayısına ulaştırılır. Bu şekilde türün kromozom sayısının nesilden nesile sabit kalması sağlanmış olur.

Eşeyli üreyen canlılarda üremenin gerçekleşmesi mayoz ve döllenme olmak üzere iki temel olaya dayanmaktadır. Mayoz, eşeyli üreyen canlıların eşey ana hücrelerinde (üreme ana hücrelerinde) gerçekleşen ve sonucunda üreme hücrelerinin oluşturulduğu bölünme şeklidir. Mayoz sonucunda oluşan hücreler **gamet (üreme hücresi/eşey hücresi)** olarak adlandırılır. Dişi gamete **yumurta**, erkek gamete **sperm** denir. Gamet bir vücut hücresinin sahip olduğu kromozom setinin yarısına sahiptir. İnsan vücut hücrelerinde bulunan 46 kromozomun 23 tanesi anneden, 23 tanesi ise babadan gelmektedir. Yani bir insan vücut hücresinde 23 çift homolog kromozom bulunmaktadır. **Homolog kromozomlar**, biri anneden diğeri babadan gelen ve aynı özellikler üzerine etki eden genleri taşıyan kromozomlara verilen isimdir. Henüz mayoz geçirmemiş olan eşey ana hücreleri bu kromozom çiftlerinin tamamını içerir. Homolog kromozom çiftlerinin hepsini içeren hücreler kromozom sayısı açısından **diploit (2n)** olarak ifade edilir. Mayoz sonucunda kromozom sayısı yarıya indirilir ve homolog kromozom çiftlerinin yarısına sahip olan hücreler **haploit (n)** olarak adlandırılır ***(Görsel 1.31)***. Bu gametlerin döllenmesi ile eşeyli üreme gerçekleştirilir. Döllenme sonucunda mayoz ile yarıya indirilmiş olan kromozom sayısı tekrar iki katına çıkarılmış olur. Bu sayede eşeyli üreyen canlılarda kromozom sayısı nesiller boyunca sabit kalır.





Görsel 1.31: *2n=4 kromozomlu hücrede mayoz*

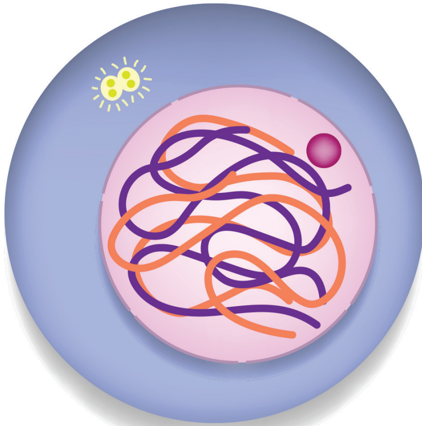
Mayozda da tıpkı mitozda olduğu gibi bölünmeye başlamadan önce bir interfaz olarak adlandırılan hazırlık evresi gerçekleşir. İnterfaz evresinin ardından mayoz I ve mayoz II adı verilen iki hücre bölünmesi gerçekleşir ve mayoz sonucunda 4 haploit hücre oluşturulur.

1.2.1.1. İnterfaz

İnterfaz evresinde,

- DNA eşlenmesi (replikasyon) gerçekleşir.
- Hücre mikroskop altında incelendiğinde çekirdek zarı ve çekirdekçik hâlen görünür durumdadır.
- Kromozomlar henüz kromatin iplik olarak görülür.
- Hayvan hücrelerinde sentrozomlar eşlenir ve hücrenin kutuplarına doğru hareket etmeye başlar ***(Görsel 1.32)***.

ETKİNLİK



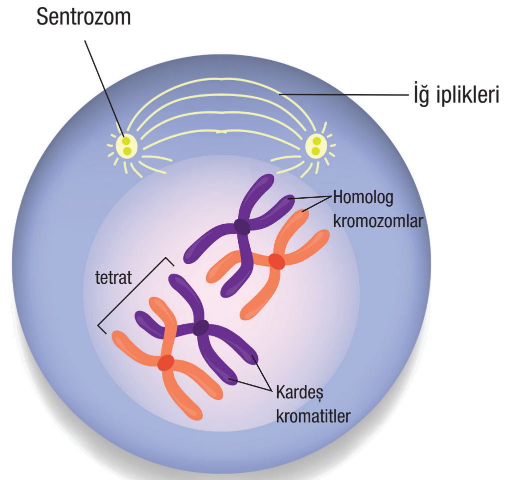
Görsel 1.32: *Hayvan hücresinde interfaz evresi*

1.2.1.2. Mayoz I

Mayozun ilk aşamasıdır. Profaz I, metafaz I, anafaz I, telofaz I 4 evrelerinin ardından sitokinez I (sitoplazma bölünmesi I) gerçekleşir.

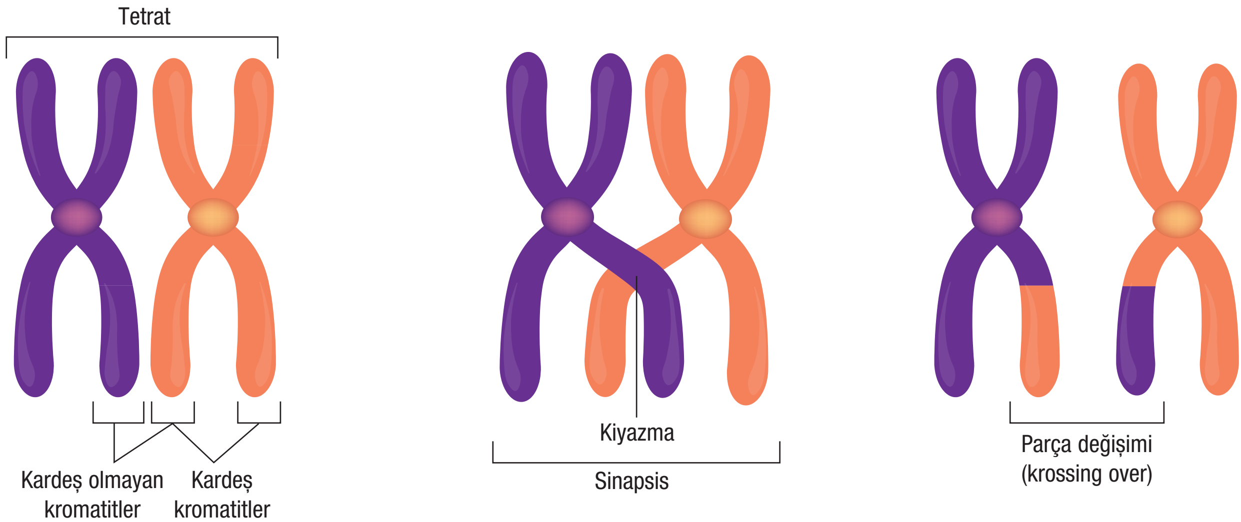
Profaz I

- Mayozun en uzun evresidir.
- Bu evrede homolog kromozomlar yoğunlaşarak mikroskopla bakıldığında görünür hâle gelir. Mitozdan farklı olarak kromozomlar homolog kromozom çiftleri hâlinde yan yana gelir. Bu şekilde homolog kromozom çiftlerinin yan yana gelerek oluşturduğu dört kromatitli demet hâline **tetrat** denir ***(Görsel 1.33)***. Bu evrede hücredeki tetrat sayısı n kromozom sayısına eşittir. Çift oluşturmuş homolog kromozomlar, özel bir protein yapıyla birbirlerine fiziksel olarak bağlanırlar; bu duruma **sinapsis** denir.



Görsel 1.33: *Hayvan hücresinde profaz I evresi*

Sinapsis esnasında homolog kromozomların bir arada kalmasını sağlayan protein kompleksleri bulunmaktadır. Her kromozomun homolog eşiyle birlikte bulunduğu bu süreçte, homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri çapraz oluşturacak şekilde birbirlerine tutunur. Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerinin birbirlerine tutundukları noktalara **kiyazma** adı verilir. Kromozomlar bazı durumlarda kiyazma bölgelerinde homolog kromozomlarının kardeş olmayan kromatitleri arasında karşılıklı olarak parça değişimi gerçekleştirebilir. **Parça değişimi (krossing over)** olarak adlandırılan bu aşama, canlılarda kalıtsal çeşitliliğin sağlanmasının temel nedenlerinden biridir ***(Görsel 1.34)***. Parça değişimi sayesinde yavru hücrelere aktarılacak kromozomların birbirinden farklı olması sağlanmış olur.

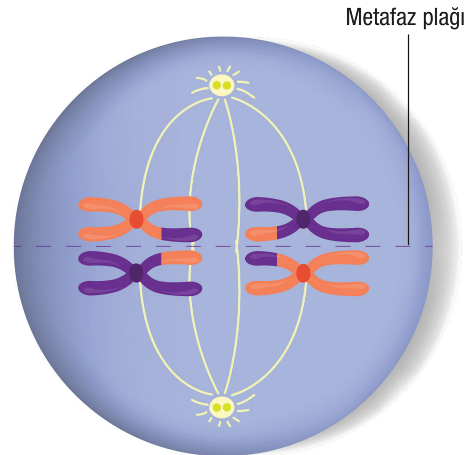


Görsel 1.34: *Sinapsis ve parça değişimi (krossing over)*

- Çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur.
- İğ iplikleri homolog kromozom çiftlerinin sentromerlerinde bulunan kinetokorlara tutunur.

Metafaz I

- İğ ipliklerine tutunan homolog kromozom çiftleri, hücrenin ekvatoral düzleminde bulunan metafaz plağı üzerinde rastgele dizilir.
- Metafaz I'de mitozdan farklı olarak homolog kromozomların çiftler hâlinde dizilimi gözlenmektedir ***(Görsel 1.35)***.



Görsel 1.35: *Hayvan hücresinde metafaz I evresi*

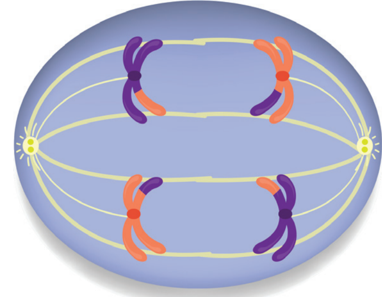


ETKİNLİK

Anafaz I

- Homolog kromozomlar birbirlerinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına doğru hareket etmeye başlar. Ayrılma hareketi rastgele gerçekleşir. Bu durum mayoz sonucunda oluşacak hücrelerin gamet çeşitliliğine neden olan en önemli faktörlerden biridir.

Burada dikkat edilmesi gereken konu kromozomların kardeş kromatitlerinin henüz birbirlerinden ayrılmadıklarıdır. Kardeş kromatitlerin değil, homolog kromozomların birbirinden ayrılıyor olması hücrede bulunan kromozom sayısının yarıya inmesine neden olur ***(Görsel 1.36)***.

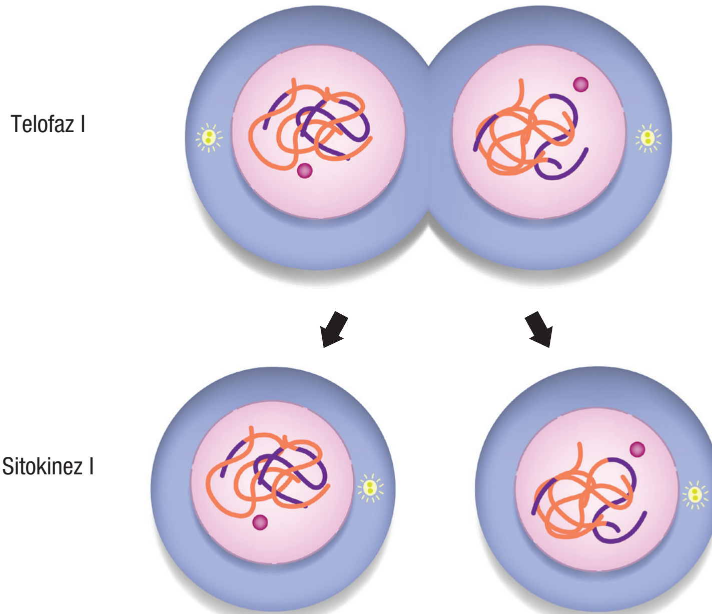


Görsel 1.36: *Hayvan hücresinde anafaz I evresi*

Telofaz I ve Sitokinez I

- Telofaz I'in başlangıcında homolog kromozomların her biri tamamen zıt kutuplara çekilir ve hücrenin her iki kutbu kromozom setinin yarısına sahip olur ***(Görsel 1.37)***.
- Haploit iki hücre çekirdeği oluşur.
- Sitokinez genellikle telofaz I ile eş zamanlı gerçekleşir.
- İki haploit hücre oluşur.
- Bazı türlerde kromozom yapısı çözülerek kromatin iplik hâline dönüşür ve çekirdek oluşur.
- Haploit çekirdekler oluştuktan sonra sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.
- Hayvan hücrelerinde boğumlanma ile bitki hücrelerinde ise ara lamel oluşumuyla hücreler ikiye bölünür. Sitokinez sonucunda haploit iki yavru hücre oluşur.

Bu evreden sonra tekrar DNA eşlenmesi gerçekleşmeden oluşan hücrelerin her biri mayoz II evresine geçer ve tekrar bölünmeye başlar.



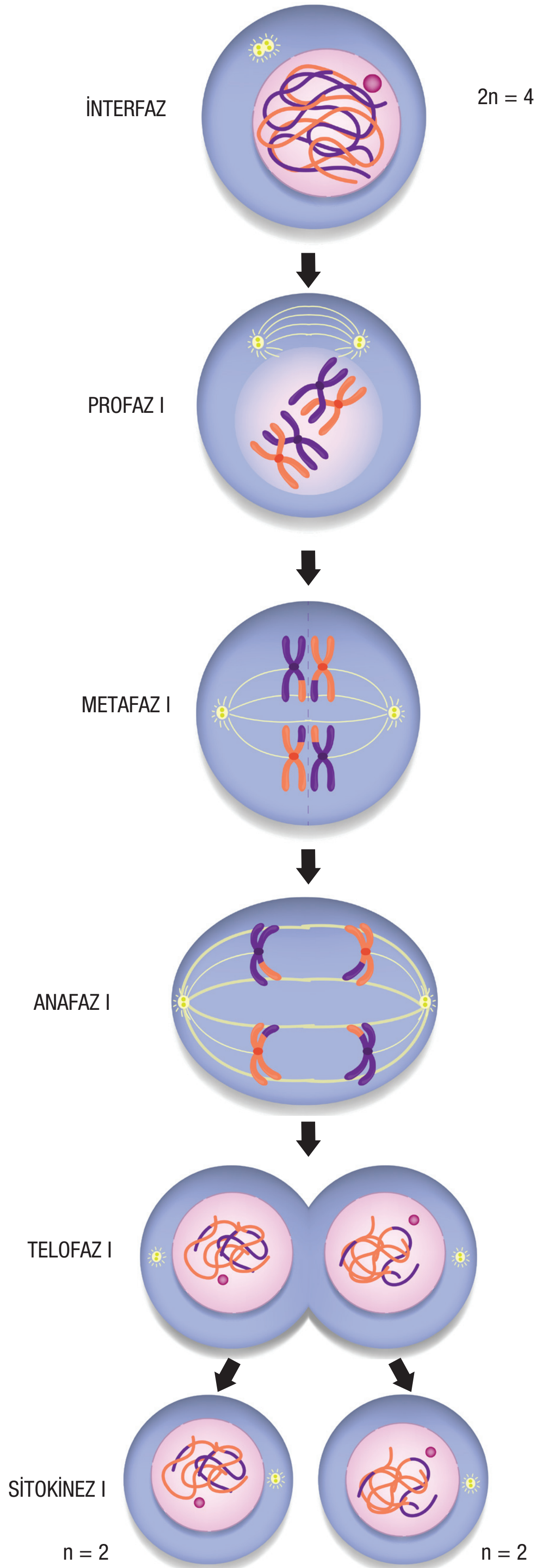
Görsel 1.37: *Hayvan hücresinde telofaz I evresi ve sitokinez I evreleri*

Bilgi Kutusu

Mayoz I ve mayoz II arasında DNA eşlemesi olmadan kısa bir hazırlık evresi vardır. Buna interkinaz denir.



2n = 4 kromozomlu hayvan hücresinin mayoz I evreleri bir arada gösterilmiştir ***(Görsel 1.38)***.



Görsel 1.38: *Hayvan hücresinde Mayoz I evreleri*



ETKİNLİK

1.2.1.3. Mayoz II

Mayozun ikinci aşamasıdır. Bu aşama temelde mitoz ile aynıdır. Mayoz I'in sonunda oluşan haploit iki yavru hücre DNA eşlenmesi gerçekleştirmeden profaz II, metafaz II, anafaz II, telofaz II ve sitokinez II (sitoplazma bölünmesi II) gerçekleşir. Mayoz II sonunda toplamda n kromozomlu 4 yavru hücre oluşturulmuş olur.

Profaz II

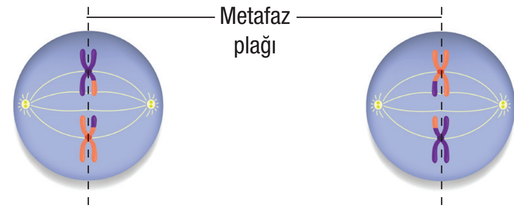
- Çekirdek zarı ve çekirdekçik tekrar kaybolur.
- Kromozomlar yoğunlaşarak ayırt edilebilir hâle gelir.
- İğ iplikleri oluşur ***(Görsel 1.39)***.



Görsel 1.39: *Hayvan hücresinde profaz II*

Metafaz II

- Kardeş kromatitlerin kinetokorları iğ ipliklerine tutunur.
- İğ ipliklerine tutunan kromozomlar hücrenin hayalî düzlemi olan metafaz plağı üzerine rastgele dizilir ***(Görsel 1.40)***.



Görsel 1.40: *Hayvan hücresinde metafaz II*

Anafaz II

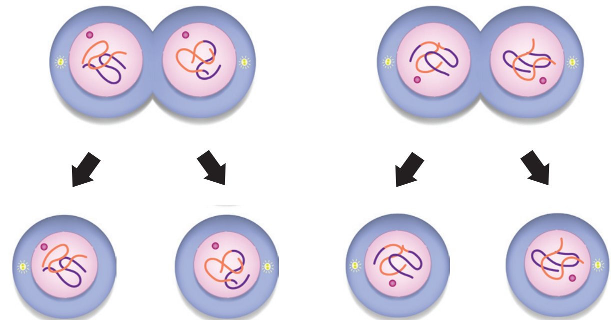
- Kardeş kromatitleri sentromer bölgelerinden bir arada tutan proteinler özel bir enzim tarafından yıkılır.
- Kardeş kromatitler zıt kutuplara doğru hareket etmeye başlar.
- Bu evreden itibaren her kardeş kromatit, kromozom olarak adlandırılır ve kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkmış olur ***(Görsel 1.41)***.



Görsel 1.41: *Hayvan hücresinde anafaz II*

Telofaz II ve Sitokinez II

- Hücrenin zıt kutuplarında homolog kromozom setinin yarısını içeren iki çekirdek oluşur.
- Çekirdekler oluştuktan sonra canlı türüne göre sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.
- Sitokinez II sonucunda birbirinden ve atasal hücreden farklı genetik yapıya sahip haploit 4 yavru hücre meydana gelir ***(Görsel 1.42)***.

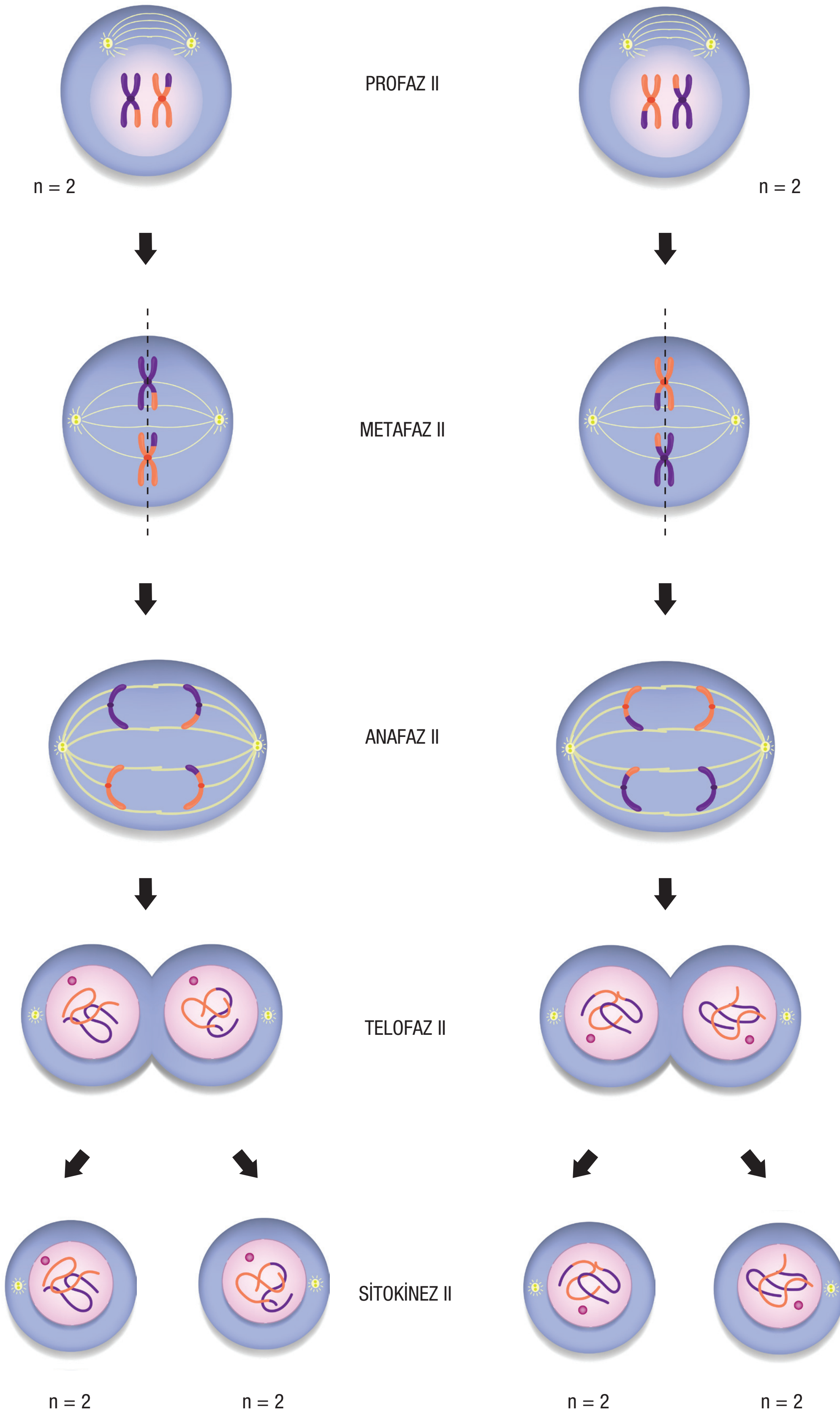


Görsel 1.42: *Hayvan hücresinde telofaz II ve sitokinez II*

ETKİNLİK 1.2 **Mayoz**

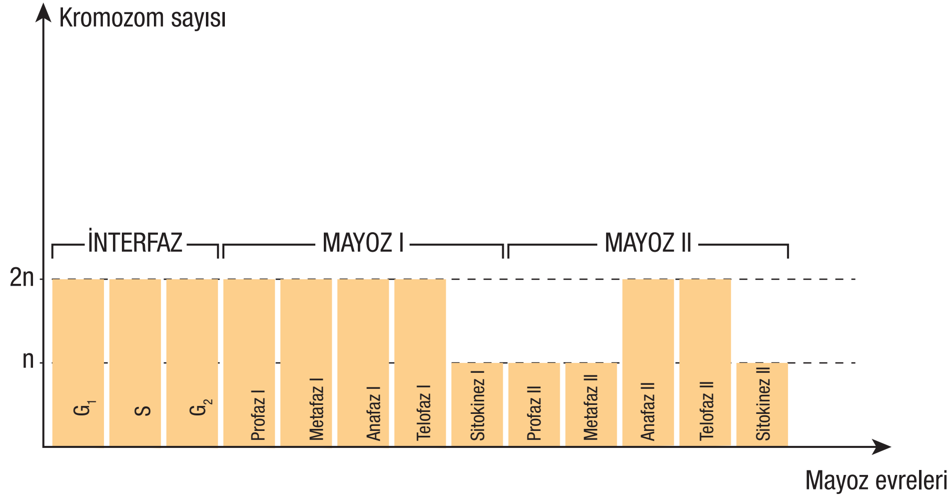
- Mayoz ile ilgili araştırma yapınız.
- Mayoz ile ilgili yaptığınız araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri elektronik bir sunu hazırlamak için kullanınız.
- Hazırladığınız sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

Hayvan hücresinin mayoz II evreleri bir arada gösterilmiştir ***(Görsel 1.43)***.



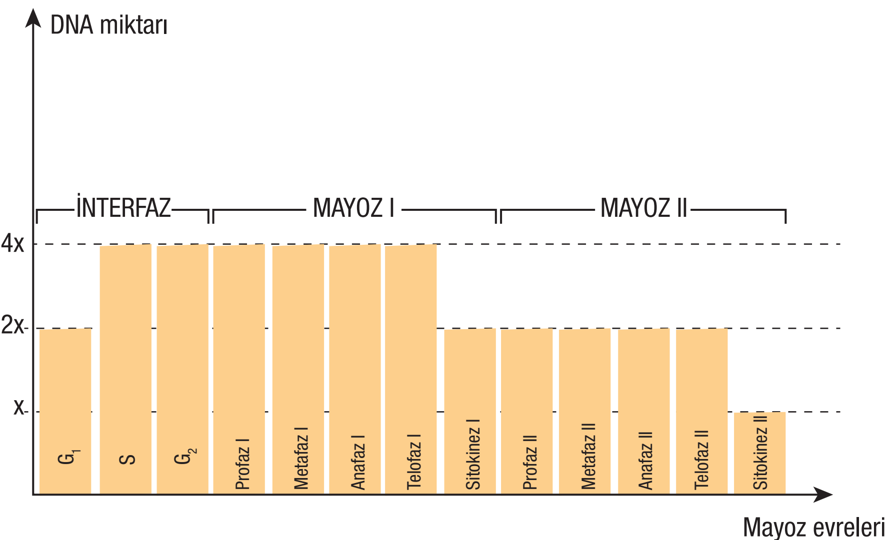
Görsel 1.43: *Hayvan hücresinde Mayoz II evreleri*

Mayoz I'de homolog kromozomlar ayrıldığından Sitokinez I'in tamamlanmasıyla kromozom sayısı yarıya düşer. Anafaz II'de zıt kutuplara gitmek üzere ayrılan kardeş kromatitler, kromozom kabul edildiğinden kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar. Sitokinez II'de hücre bölündüğünden kromozom sayısı tekrar yarıya iner. Sitokinez II tamamlandığında haploit dört hücre oluşur. Hücrelerden her birinin kromozom sayısı, başlangıçtaki hücrenin kromozom sayısının yarısıdır ***(Grafik 1.3)***.



Grafik 1.3: *Mayozda kromozom sayısı değişimi*

İnterfazda DNA eşlenir ve DNA miktarı iki katına çıkar. Mayoz I'de homolog kromozomlar ayrıldığından sitokinez I'in tamamlanmasıyla DNA miktarı yarıya düşer. Mayoz II'de kardeş kromatitler ayrılır. Bu yüzden sitokinez II'de DNA miktarı yarıya düşer. Böylece yeni hücreler bölünmeye giren ana hücrenin yarısı kadar DNA'ya sahip olur ***(Grafik 1.4)***.



Grafik 1.4: *Mayozda DNA miktarı değişimi*

Mitoz ve mayozda gerçekleşen benzer ve farklı olaylar vardır. Bu farklılıklardan bir kısmı ***Tablo 1.1***'de benzerliklerin bir kısmı ***Tablo 1.2***'de verilmiştir.

Tablo 1.1: *Mitoz ve Mayoz Karşılaştırma Tablosu*

MİTOZ	MAYOZ
Ökaryot tek hücrelilerde, çok hücreli canlıların bir çok vücut hücresinde ve üreme ana hücrelerinde görülür.	Çok hücreli canlıların üreme ana hücrelerinde, bazı canlılarda spor üretiminde görülür. Bazı tek hücrelilerde de mayoz görülebilir.
Çok hücrelilerde oluşan hücreler genellikle büyüme, gelişme ve doku onarımını sağlar.	Üreme hücrelerinin (gamet) oluşumunu sağlar.
Eşeysiz üremenin temel olayıdır.	Eşeyli üremenin temel olayıdır.
Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi bir kez gerçekleşir.	Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi iki kez gerçekleşir (mayoz I ve mayoz II).
Tetrat, sinapsis ve krossing over oluşumu görülmez.	Tetrat, sinapsis ve krossing over görülebilir.
Bölünme sonucu oluşan hücreler, birbirleriyle ve atasal hücreyle kalıtsal olarak aynıdır (mutasyonlar hariç).	Bölünme sonucu oluşan hücreler, birbirlerinden ve atasal hücreden kalıtsal olarak farklıdır.
Yeni hücrelerin kromozom sayısı ata hücreyle aynıdır (mutasyonlar hariç).	Yeni hücrelerin kromozom sayısı ata hücrenin yarısı kadardır (mutasyonlar hariç).
Oluşan hücreler tekrar bölünme geçirebilir.	Oluşan hücreler tekrar mayoz geçiremez.

Tablo 1.2: *Mitoz ve Mayozun Benzer Özellikleri*

Mitoz ve Mayozun Ortak Özellikleri
Bölünme başlamadan önce interfaz gerçekleşir.
İnterfazda DNA replikasyonu gerçekleşir.
Kontrol noktaları vardır.
Karyokinez ve sitokinez gerçekleşir.
İğ iplikleri kromozomların kinetokorlarına bağlanır.
Kardeş kromatitler ayrılır. (mitoz ve mayoz II'de)
Hücre sayısı artar.

Örnek: 2n=90 kromozomlu bir kirpi akciğer hücresinin art arda 2 mitoz geçirmesi ve üreme ana hücresinin mayoz geçirmesi ile oluşacak hücre sayısı ve kromozom sayılarını yazınız.

Çözüm: 2n=90 kromozomlu hücrenin 2 mitoz geçirmesi ile oluşan hücre sayısı 2^n formülü ile bulunur.

$2^3 = 8$ hücre oluşur. Mitozla oluşan hücrelerin kromozom sayısı ana hücre ile aynı olduğundan kromozom sayısı 90'dır.

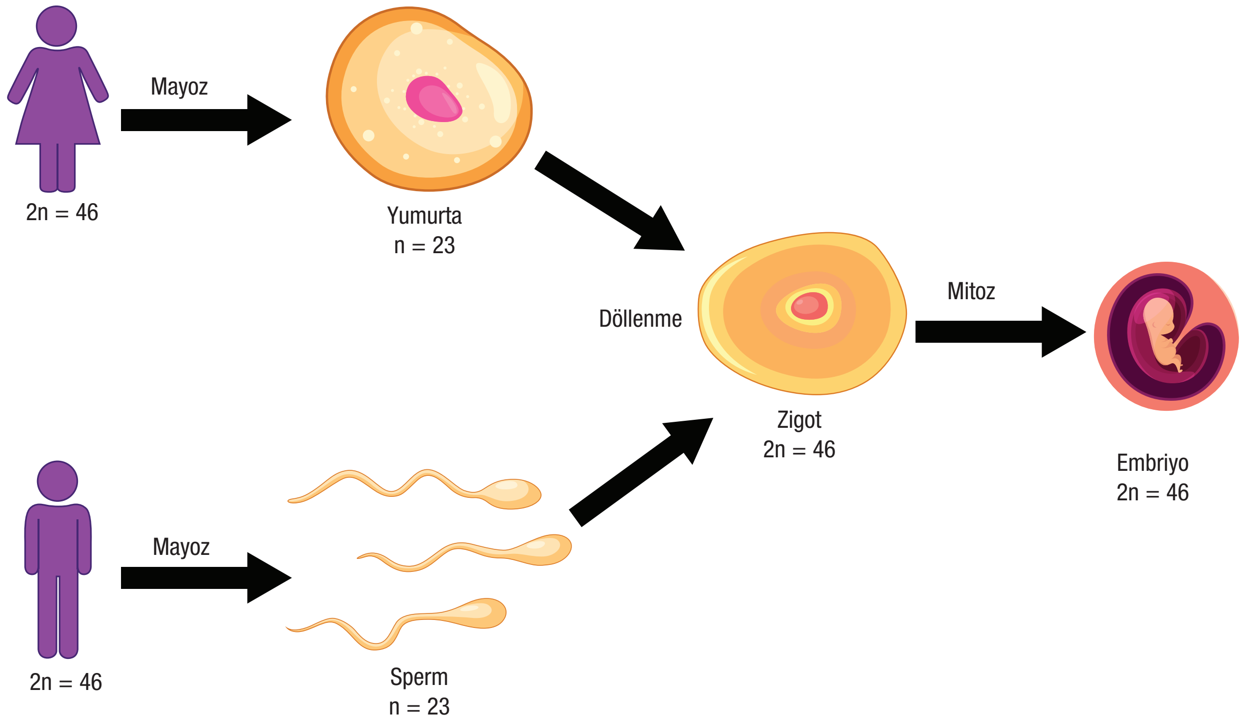
2n=90 kromozomlu üreme ana hücresi mayoz geçirdiğinde kromozom sayısı yarıya iner ve 45 kromozomlu 4 yavru hücre oluşur.

1.2.2. EŞEYLİ ÜREME

Eşeyli üreme, genellikle aynı türe ait iki farklı cinsiyetten bireyin mayoz bölünme ile oluşturdukları üreme hücrelerinin döllenmesi sonucu yeni bir bireyin meydana geldiği üreme şeklidir ***(Görsel 1.44)***.


Görsel 1.44: *Eşeyli üreyen canlılarda ata canlılar ve yavrular birbirlerinden farklıdır.*

Eşeyli üreyen canlılarda üreme, mayoz ve döllenmenin birbirini takip etmesi ile gerçekleşir ***(Görsel 1.45)***. Mayoz ile canlıların üreme organlarında (dişilerde yumurtalık ve erkeklerde testis) diploit (2n) üreme ana hücrelerinden haploit (n) üreme hücreleri, diğer bir adıyla gametler (dişilerde yumurta ve erkeklerde sperm) meydana getirilir. Meydana gelen gametler canlı türüne göre farklı yollarla döllenir ve zigot (2n) adı verilen diploit hücre meydana gelir. Zigotun bölünmeler geçirerek hücre sayısını artırması ve farklılaşması yeni bireyin oluşumunu gerçekleştirir.



Görsel 1.45: *İnsanda eşeyli üreme döngüsü*

Dişi ve erkek bireyler farklı genetik ve fizyolojik yapıya sahiptir. Hayvanlar âleminde yer alan canlıların çoğunluğu, bitkiler âleminin de belirli bir kısmı tek cinsiyet taşıyan bireylerden oluşur. Bu canlılar dişi veya erkek üreme hücrelerinden sadece birini üretebilir. Bazı omurgasız hayvanlar ve çiçekli bitkilerin çoğunda

ise bireyler her iki cinsiyet özelliklerini gösterebilir. Tek bir bireyin hem dişi hem de erkek üreme organını bulundurmasına ya da hem yumurta hem de sperm üretebilmesine **hermafroditlik (erselik)** adı verilir.

Toprak solucanı, yassı solucan (tenya), salyangoz, karaciğer kelebeği, istiridye, bazı sünger türleri, bazı sölenter türleri (hidra) ve çiçekli bitkilerin büyük bir kısmı hermafrodit canlılara örnektir ***(Görsel 1.46)***.



Görsel 1.46: *Hermafrodit canlı örnekleri*
a) Karaciğer kelebeğinin mikroskobik görüntüsü (x100 oranında büyütülmüştür.
b) Salyangoz

Hermafrodit canlılardan bazıları, iki üreme hücresini oluşturabilse bile kendi kendine döllenme gerçekleştirmez. Omurgasız canlıların çoğunda hayatlarının belli dönemi dişi, belli dönemi erkek üreme hücresinin oluşmasına elverişlidir. Bu yüzden aynı türün başka bir bireyi ile döllenmeye katılabilir. Böylece tür içi çeşitlilik olasılığı artar. Çiçekli bitkilerde ise kendi kendine döllenmeyi engelleyen mekanizmalar gelişmiştir.

Bilgi Kutusu

Ortalama ömrü dokuz yıl olan hermafrodit dev Afrika kara salyangozunun (*Achatina fulica*) üreme üretkenliği yaşamı boyunca devam eder. Bir yıl içinde 1.200 yumurta bıraktığı için tek bir salyangoz bütün bir tarım arazisinin işgali için yeterlidir. Salyangoz, ekili arazide ne bulursa tükettiği için zararı çok büyüktür.

Bitkiler âleminin tohumlu bitkiler grubundaki çoğu bitkide eşeyli üreme görülür. Çiçek kapalı tohumlu bitkilerin üreme organıdır. Çiçeklerin büyük çoğunluğunda erkek ve dişi organ birlikte bulunur (hermafrodit). Gül ve elma bitkilerinin çiçekleri hermafrodittir. Bazı çiçekler tek eşeylidir. Tek eşeyli olan çiçeklerde sadece erkek organ bulunuyorsa erkek çiçek, sadece dişi organ bulunuyorsa dişi çiçek denir. İncir ve dut tek eşeyli bitkilere örnektir. Açık tohumlu bitkilerde ise erkek ve dişi organlar kozalaklarda bulunur.

Eşeyli üremede kalıtsal çeşitliliğin ortaya çıkmasını sağlayan üç temel neden vardır:

- Kromozomların mayozun anafaz I evresinde hücrelere rastgele dağılması,
- Mayoz sırasında parça değişimi (krossing over) gerçekleşmesi,
- Mayoz sonucunda oluşan gametlerin rastgele döllenmesi.



ETKİNLİK

OKUMA PARÇASI

Hasarlı Genler Hasta Eder!



Canlılarda genetik bilgilerin büyük bir kısmı çekirdek DNA'sı tarafından kodlanır. Genetik bilgilerimiz, fiziksel yapımızı ve kişiliğimizi belirler. Genler, DNA'nın bir parçasıdır ve kromozomların içinde yer alır. Genler çift olarak bulunur. Yarısı anneden yarısı ise babadan gelir. Bazen bu genler tam veya kısmi farklılık göstererek yani mutasyona uğrayarak hasarlı hâle gelir, o zaman da işlevlerini kaybeder ve görevlerini yapamazlar. Herhangi bir gen düzgün çalışmayınca normalde kodlaması gereken proteini ya hiç kodlamaz ya da kodlasa bile proteinin yapısı normal olmaz. Buna bağlı olarak vücutta çeşitli genetik bozukluklar ve hastalıklar meydana gelir. Genlerde ve kromozomlarda görülen anomaliler sonucu ortaya çıkan bazı genetik hastalıklar kalıtsaldır, bazıları ise birtakım çevresel ve kimyasal faktörler nedeniyle sonradan edinilir. Temel genetik materyalimiz olan çekirdek DNA'sından bağımsız olarak canlı genomunda bir de mitokondriyal DNA (mtDNA) bulunur. mtDNA yalnızca temel hücre işlevlerini yönetir ve hücresel enerjinin üretim merkezidir. İhtiyacı olan proteinlerin çoğu çekirdek DNA'sı tarafından kodlanan mitokondri, 16.569 baz çiftinden oluşur ve yaklaşık 20 bin insan geninden sadece 37'sini taşır. Geri kalan DNA'lar hücrenin çekirdeğinde bulunur. mtDNA maternaldir yani anneden gelir. Annenin yumurta hücresinde binlerce mitokondri bulunur ve her birinin kendi DNA'sı vardır. mtDNA mutasyona uğradığında hasarlı hâle gelen mitokondri genomu anneden çocuklara geçer ve tedavisi mümkün olmayan, çoğu ölümcül, çok ciddi mitokondriyal genetik hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur. Kas zayışığı, anemi, hipertansiyon, çoklu organ yetmezliği, kalp, karaciğer, solunum, sindirim ve metabolizma rahatsızlıkları, yenidoğan ölümleri, körlük, sağırlık, unutkanlık, zekâ geriliği, nörodejeneratif hastalıklar ve bazı kanser türleri hasarlı mitokondriyal DNA nedeniyle oluşur. Günümüzde yaklaşık 250 mitokondriyal hastalığın anneden çocuğa aktarıldığı ve bunlardan 50 kadarının da yenidoğan ölümlerine neden olduğu biliniyor. Her 6.500 bebekten 1'i mitokondriyal hastalıkla doğuyor.

Gen Tedavisi

Kalıtsal ve sonradan edinilmiş genetik hastalıkların tedavisinde ve gelecek nesillere aktarılmasının önlenmesinde uygulanan yöntemlerle bir kişinin genlerinin ifadesi değiştirilebilir. Yani hastanın belli hücrelerinde, dokularında ve organlarında ilgili hastalığı tedavi etmeye yönelik genetik bir değişiklik yapılır. Bunun için ya hatalı genlerin işlevleri yeniden düzenlenir ya da gen aktarımı yoluyla hatalı genler sağlıklı olanlarla değiştirilir.

Gen tedavileri üreme (tohum) ya da vücut (somatik) hücrelerine uygulanır. Üreme hücreleri olan gamette (sperm ve yumurta), zigotta (döllenme sonucu oluşan diploit hücre) ve erken dönem embriyoda (Zigot art arda mitoz bölünür ve hücre sayısı artar.) yapılan genetik değişiklikler kalıcıdır ve gelecek kuşaklara aktarılır; bu nedenle bu tedavi yöntemi çoğu ülkede yasak. (...) Somatik hücre gen tedavisinde ise hastanın belli hücrelerinde veya dokularında ilgili hastalığı düzeltecek şekilde genetik değişiklik yapılıyor. Değişikliğe uğrayan genom gelecek kuşaklara aktarılmıyor. Gen tedavisi çoğunlukla tek gen bozukluğunun neden olduğu kardiyovasküler hastalıkların ve kanser hastalıklarının tedavisinde uygulanıyor. Gen aktarımında viral veya viral olmayan vektörler (taşıyıcılar) kullanılıyor. Tedavi edici genlerin hücrelere yeterli dozlarda aktarılması, sadece hastalıklı hücreleri hedef alması ve vücut tarafından kontrol edilip korunabilmesi, gen tedavisi yöntemlerinin biyogüvenliği ve uygulanabilirliği açısından hayli önemli sayılan hususlar. (...)

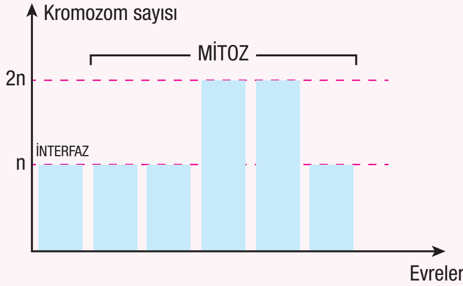
Bilim ve Teknik, (2015, Ocak), Sayı 566, s. 58-63.

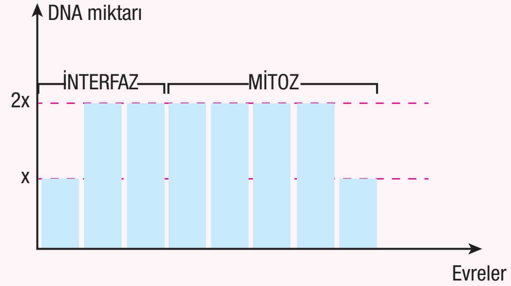
(Kısaltılmıştır.)

ETKİNLİK 1.3

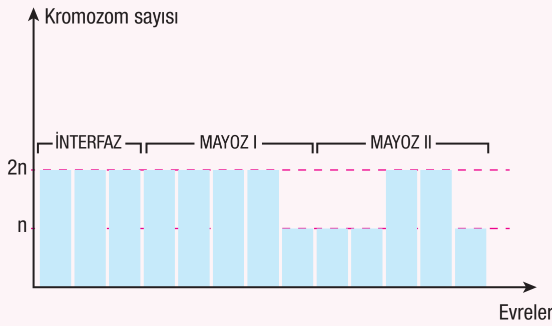
Aşağıda verilen mitoz ve mayoz ile ilgili grafikleri inceleyiniz ve soruları çözünüz.

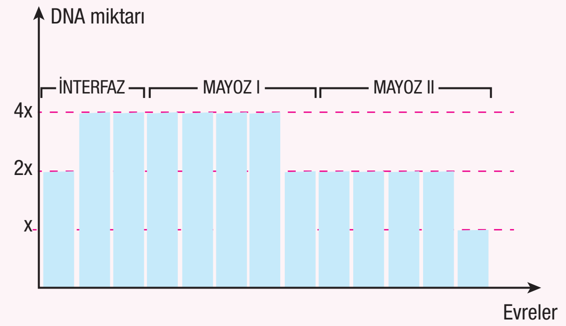
Mitozda Kromozom Sayısındaki ve DNA Miktarındaki Değişimi Gösteren Grafikler





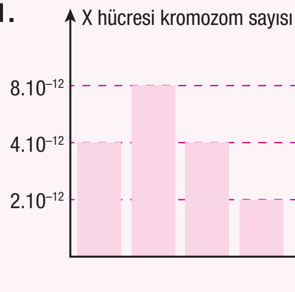
Mayozda Kromozom Sayısındaki ve DNA Miktarındaki Değişimi Gösteren Grafikler

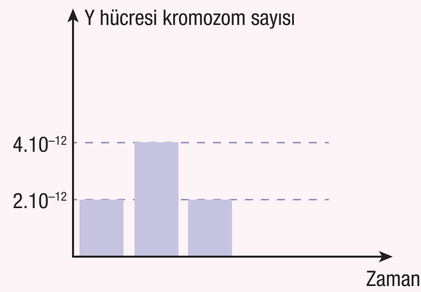




Sorular

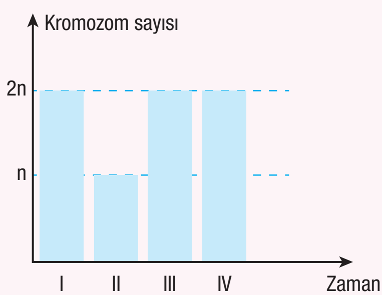
1.





X ve Y hücrelerinin DNA miktarındaki değişimler yukarıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Buna göre X ve Y hücrelerinin geçirmiş olduğu bölünme nedir?

2.



2n kromozomlu bir hücrenin kromozom sayısındaki değişimleri gösteren grafik yandaki gibidir. Buna göre grafikteki hangi bölüm mayoza aittir?

Cevaplar

1 .X : Mayoz Y : Mitoz **2.** II



EK SORULAR

1. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda verilen ifadeleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise "D"yi, yanlış ise "Y"yi işaretleyiniz. Yanlış olan ifadelerin doğrusunu yanındaki kutucuğa yazınız.

		D	Y	DOĞRUSU
1.	Mitoz çok hücreli canlıların tümünde üremeyi sağlar.			
2.	Kanser hücreleri hücre döngüsünün kontrolünün bozulmasıyla oluşur.			
3.	Vejetatif üremede oluşan bireyler, kalıtsal olarak ana canlıdan farklıdır.			
4.	Mitozda homolog kromozomlar ayrılır.			
5.	Mayoz sonucunda 4 haploit hücre oluşur.			
6.	Eşeyli üremenin temeli mitozdur.			
7.	Eşeysiz üreme çeşitlerinden tomurcuklanma, bitkilerde en fazla görülen üreme şeklidir.			
8.	İnterfaz evresi mitoz ve mayozda görülen bölünmeye hazırlık evresidir.			
9.	Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi boğumlanma ile gerçekleşir.			
10.	Tetrat ve sinapsis, mayozun profaz I safhasında görülür.			

B. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları doğru ifadeleri kullanarak tamamlayınız.

döllenme | interfaz | genom | sentromer | hermafrodit | eşeysiz

krossing over | interfaz | rejenerasyon | mitotik evre

mayoz | mitoz | partenogenez

1. .... bölünme tek hücreli canlılarda üremeyi sağlar.
2. Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasındaki gen alışverişine .... adı verilir.
3. Eşeyli üremenin temeli .... ve .... olaylarının art arda gerçekleşmesidir.
4. Vücutlarında hem erkek hem de dişi üreme hücrelerini oluşturabilecek yapıları bulunduran bireyler .... bireylerdir.
5. Kromozomu oluşturan kardeş kromatitleri bir arada tutan yoğunlaşmış kromozom bölgesine .... denir.
6. Bir canlı hücrede bulunan genetik bilgiyi içeren DNA molekülünün tamamına .... adı verilir.
7. Canlılarda gelişmişlik düzeyi arttıkça .... yeteneği azalır.
8. Hücre döngüsü .... ve .... olmak üzere iki evrede gerçekleşir.
9. .... üremede düşük de olsa kalıtsal çeşitlilik vardır.
10. Hücre bölünmesinde DNA molekülünün kendini eşlediği evre .... evresidir.

C. Aşağıda verilen soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1. Mayozun kromozom sayısının nesiller boyu sabit kalması üzerindeki etkisini belirtiniz.

....

....

....

2. Hücre bölünmesinin nedenlerini yazınız.

....

....

....

3. Çevrenizde yaşayan canlılardan eşeysiz üreyen canlılara örnek veriniz.

....

....

....

4. İnsanda sinir, kas, gözde bulunan retina hücreleri gibi hücrelerin bölünme yeteneklerini kaybetmelerinin nedeni ne olabilir? Bu durumun canlı üzerindeki avantaj ve dezavantajlarını yazınız.

5. Kanserli hücrelerin oluşmasına neden olan etmenleri ve bu etmenlerden korunma yollarını araştırınız.

6. Muz gibi yüksek yapılı bitkiler sadece vejetatif olarak ürer. Bunun nedenini yazınız.

7. Mitoz ile mayoz II evresinin temelde aynı kabul edilmesinin nedeni nedir?

8. Bir türün tüm bireyleri arasındaki tür içi biyolojik çeşitliliğe neden olan etmenler nelerdir?

9. Hücrelerin belirli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra bölünmesinin nedeni nedir? Aşağıya yazınız.

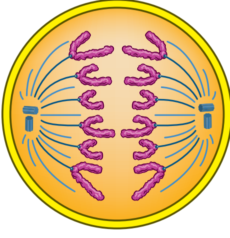
10. Mitoz sırasında iğ ipliklerinin görevleri nelerdir? Yazınız.

11. 2n=16 kromozomlu bir hücre art arda 5 mitoz geçirdiğinde

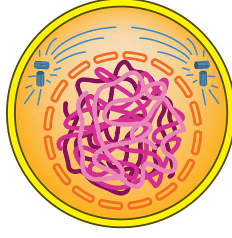
a. Oluşacak hücre sayısı kaçtır?

b. Oluşacak hücrelerin kromozom sayısı kaçtır?

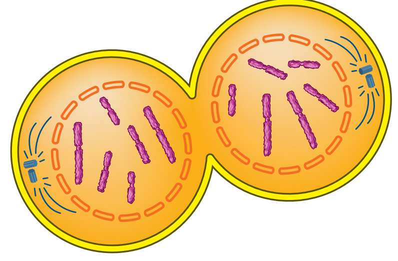
12. Aşağıda verilen rastgele sıralanmış mitoz evrelerini, altlarına numaralar yazarak doğru şekilde sıralayınız.



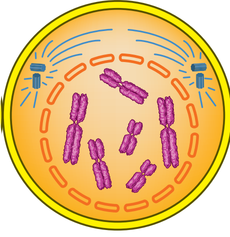
....



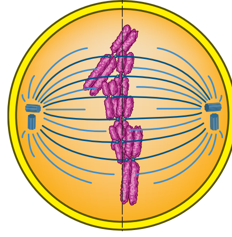
....



....

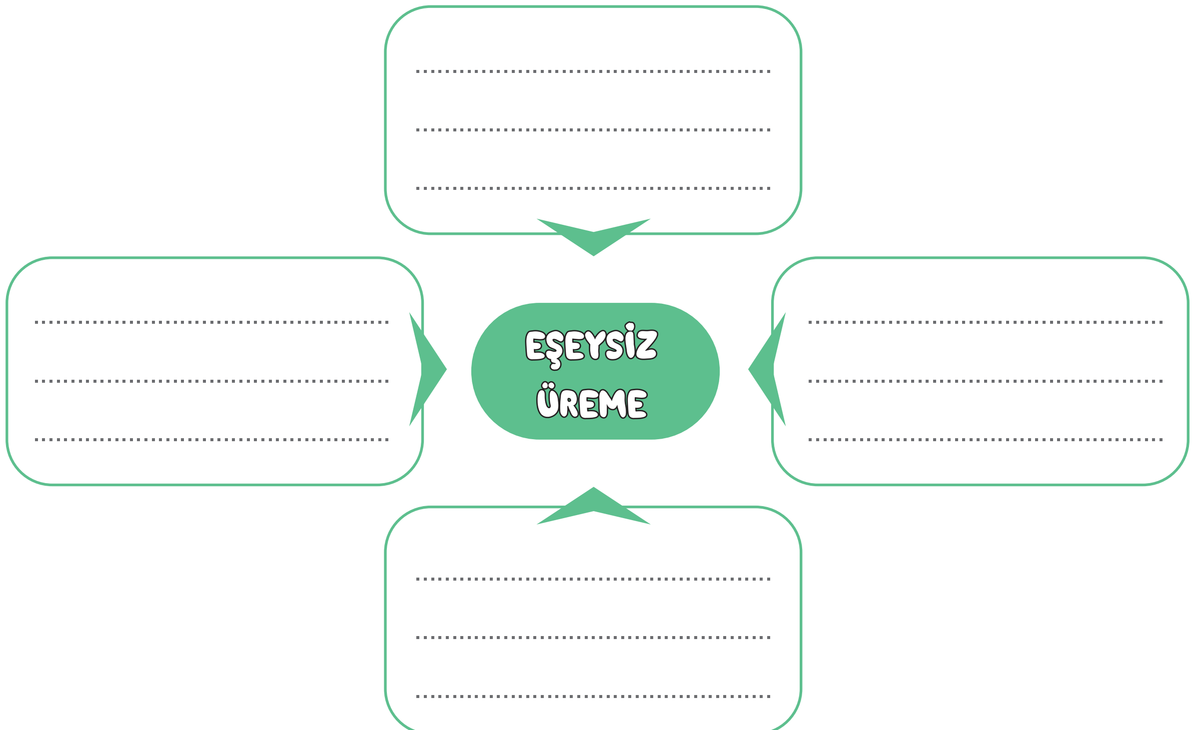


....



....

13. Eşeysiz üreme çeşitleri ile ilgili bir kavram haritası oluşturmak için aşağıdaki boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.



Ç. Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. İnterfaz evresindeki bir hücrede;

I. kromozom sayısında artma,

II. DNA miktarında değişim,

III. gen çeşidinde değişim

durumlarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

2. I. Bütün canlılarda hücre bölünmesi görülür.

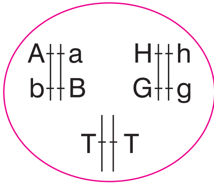
II. Bütün canlılarda kromozomlar çiftler hâlindedir.

III. Bütün canlılarda hücre bölünmesi sırasında sentromer ayrılır.

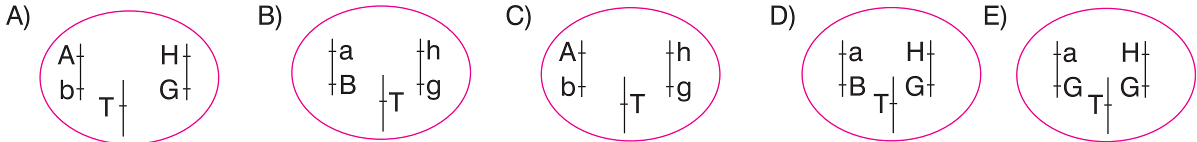
Numaralandırılmış yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

3.



Yukarıda kromozom şeması verilen hücrenin mayoz geçirmesiyle aşağıda verilen hücrelerden hangisi oluşamaz?



4. Mitoz sonucu oluşan iki yavru hücrede;

I. kromozom sayısı,

II.gen sayısı,

III.sitoplazma miktarı,

IV.organel sayısı

durumlarından hangilerinde farklılık olması beklenmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

5. I. Hücrenin kalıtsal yapısı

II. Çevreden gelen kimyasallar

III.Radyoaktif ışınlar

Yukarıda verilenlerden hangilerinin kanser oluşumuna etkisi vardır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

6. I.Kardeş kromatitlerin ayrılması
II. Protein sentezi
III. DNA'nın eşlenmesi
Yukarıda verilenlerden hangileri interfaz evresinde gerçekleşmez?
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

7. **Mitoz ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?**
A) Sadece haploit (n) hücrelerde görülür.
B) Mitoz sonucunda kromozom sayısı yarıya iner.
C) Sadece diploit (2n) hücrelerde görülür.
D) Mitoz sonucunda dört yavru hücre oluşur.
E) Oluşan yavru hücreler ata hücreyle aynı kalıtsal yapıya sahiptir.

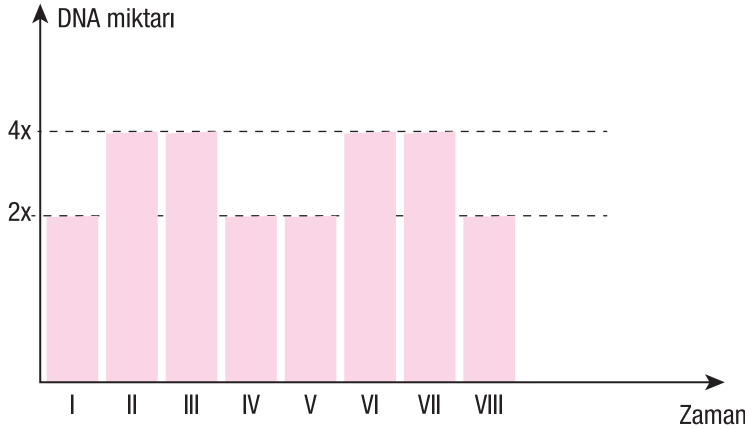
8. **Aşağıdakilerden hangisi hücreler belirli bir büyüklüğe ulaştıklarında gerçekleşen olaylardandır?**
A) Çekirdeğin etki alanı kısıtlı olduğundan hücre yönetimi zorlaşır.
B) Hücre zarından geçen maddeler hücreye fazla gelmeye başlar.
C) Hücre daha fazla büyümemek için hücre zarından madde geçişini minimuma indirir.
D) Metabolizma hızlanır.
E) Çekirdek sayısı çoğaltılarak hücre yönetimi kolaylaştırılır.

9. **Mitoz sırasında gerçekleşen;**
I. kromozomların ekvatoral düzleme yerleşmesi,
II. kardeş kromatitlerin zıt kutuplara çekilmesi,
III. kromatin ipliğin yoğunlaşarak kromozom hâlini alması,
IV. iğ ipliklerinin kromozomlara tutunması,
V. çekirdek zarının yeniden oluşması
olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?
A) III-I-II-IV-V B) I-III-IV-V-II C) III-IV-I-II-V
D) I-II-IV-III-V E) II-I-IV-III-V

10. **Aşağıdaki canlılardan hangisinde tomurcuklanma ile üreme görülür?**
A) Paramesyum B) Amip C) Öglena
D) Hidra E) Gelişmiş yapılı bitki

11. **Aşağıda verilen olaylardan hangisi rejenerasyonla üremeye örnektir?**
A) İnsanda yaralanan dokunun iyileşmesi
B) Yılanın deri değiştirmesi
C) Denizyıldızının kopan parçasından yeni bir denizyıldızı oluşması
D) Yengecin kopan çenesini yenilemesi
E) Kertenkelenin kopan kuyruğunun yenilenmesi

12. Diploit bir hücrenin yaşam döngüsünde DNA miktarının zamana bağlı değişimi aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Bu grafikle ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi yanlıştır?

A) Hücre iki bölünme geçirmiştir.

B) Hücrenin gerçekleştirdiği olay mitozdur.

C) II ve VI. evreler DNA eşlenmesinin gerçekleştiği interfaz evresidir.

D) VIII. evrede kromozom sayısı yarıya iner.

E) IV ve VIII. evreler sitoplazma bölünmesinin gerçekleştiği sitokinezdir.

13. I. Vejetatif üreme ile bitkiler daha hızlı ürer.

II. Kalıtsal çeşitlilik görülmez.

III. Çoğaltılması istenen özellikler yeni bireylere aktarılmış olur.

Yukarıda verilen vejetatif üreme ile ilgili yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

14. Aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi canlılarda kalıtsal çeşitliliğe neden olmaz?

A) Üreme hücrelerinin mayoz ile oluşması

B) Mayoz esnasında parça değişimi (krossing over) gerçekleşmesi

C) Üreme hücrelerinin rastgele döllenmesi

D) Mayozda homolog kromozomların yeni hücrelere rastgele dağıtılması

E) Mitozda kardeş kromatitlerin hücrenin zıt kutuplarına çekilmesi

15. Mayoz ile ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

A) Mayoz sonucunda oluşan hücreler genetik olarak birbirinin aynısıdır.

B) Mayoz sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayıları ana hücrenin yarısı kadardır.

C) Mayoz ve döllenme ile eşeyli üremede kromozom sayısı nesiller boyu sabit kalır.

D) Mayoz sonucunda dört hücre oluşur.

E) Mayoz ile oluşan hücreler gamet olarak adlandırılır.

16. Aşağıda verilenlerden hangisi mitoz ve mayoz için ortaktır?

A) İki yeni hücre oluşması

B) Homolog kromozomların ayrılması

C) Sitoplazma bölünmesinin gerçekleşmesi

D) Tetrat ve sinapsis görülmesi

E) Parça değişimi gözlenmesi

17. Ökaryot bir hücrede mayoz sırasında;

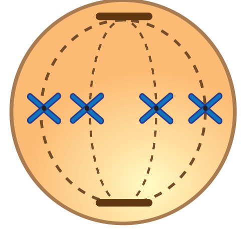
• Tetrat oluşumu,

• Kardeş kromatitlerin ayrılması

olaylarının gerçekleştiği evreler aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II
A)	Profaz II	Anafaz I
B)	Profaz I	Anafaz I
C)	Profaz I	Anafaz II
D)	Metafaz I	Anafaz I
E)	Metafaz I	Anafaz II

18. Diploit bir hücrenin mayoz geçirirken görüntülenen şekli yanda verilmiştir.



Şekle göre hücre ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Bölünme geçiren diploit hücrenin kromozom sayısı 8'dir.

B) Şekildeki hücrede 8 kromatit vardır.

C) Mayoz geçiren hücrenin profaz I evresinde oluşturduğu tetrat sayısı 4'tür.

D) Şekildeki hücre, mayozun metafaz I evresindedir.

E) Mayoz sonucunda bu hücreden 4 tane 4 kromozomlu hücre oluşur.

19. Bitkilerde gözlenen;

I.tozlaşma,

II. polen oluşumu,

III. patates gövdesindeki gözden yeni bitki oluşumu,

IV. elma çekirdeğinden yeni bitki oluşumu

olaylarından hangileri eşeyli üremeyle gerçekleştirilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) II, III ve IV

20. Canlılarda görülen aşağıdaki olaylardan hangisi eşeyli ve eşeysiz üremede ortaktır?

A) Canlıların özelliklerinin yeni nesillere aktarılması

B) Kromozom sayısının yarıya inmesi

C) Döllenmenin olması

D) Kalıtsal çeşitliliğin oluşması

E) Mayoz gerçekleşmesi

21. Aşağıdakilerden hangisi bölünme geçiren hücrenin bir bitkiye ait olduğunu gösterir?

A) Kromozomların ekvatoral düzleme dizilmesi

B) İğ ipliği oluşturma

C) Ara lamel oluşturma

D) Çekirdek zarının kaybolması

E) İğ ipliklerinin kromozomların sentromerlerine bağlanması

22. Hücre döngüsünün interfaz evresinde aşağıda verilen olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) ATP üretim ve tüketimi

B) Protein sentezi

C) DNA eşlenmesi

D) Metabolizmanın yavaşlaması

E) Hücrenin büyümesi

23. Mayozda görülen;

I.iğ ipliklerinin oluşumu,

II. tetrat ve sinapsisin gözlenmesi,

III.kardeş olmayan kromatitler arası parça değişimi,

IV.kromozomların iğ ipliklerine tutunması

olaylarının gözlendiği evre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Profaz I B) Profaz II C) Metafaz I D) Anafaz II E) Metafaz II

24. Canlılarda gerçekleşen;

I. mayoz bölünme,

II.homolog kromozomların rastgele dizilmesi,

III.kardeş kromatitlerin ayrılması,

IV. homolog kromozomlar arasında parça değişimi

durumlarından hangileri kalıtsal çeşitliliğe yol açar?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) II, III ve IV

25. Aşağıda verilen olaylardan hangileri sadece mayozda gerçekleşir?

A) Kardeş kromatitlerin ayrılması

B) Homolog kromozomların ayrılması

C) Çekirdek bölünmesi

D) Sitoplazma bölünmesi

E) DNA eşlenmesi



2. ÜNİTE


İŞLENİŞ


ÖZET

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

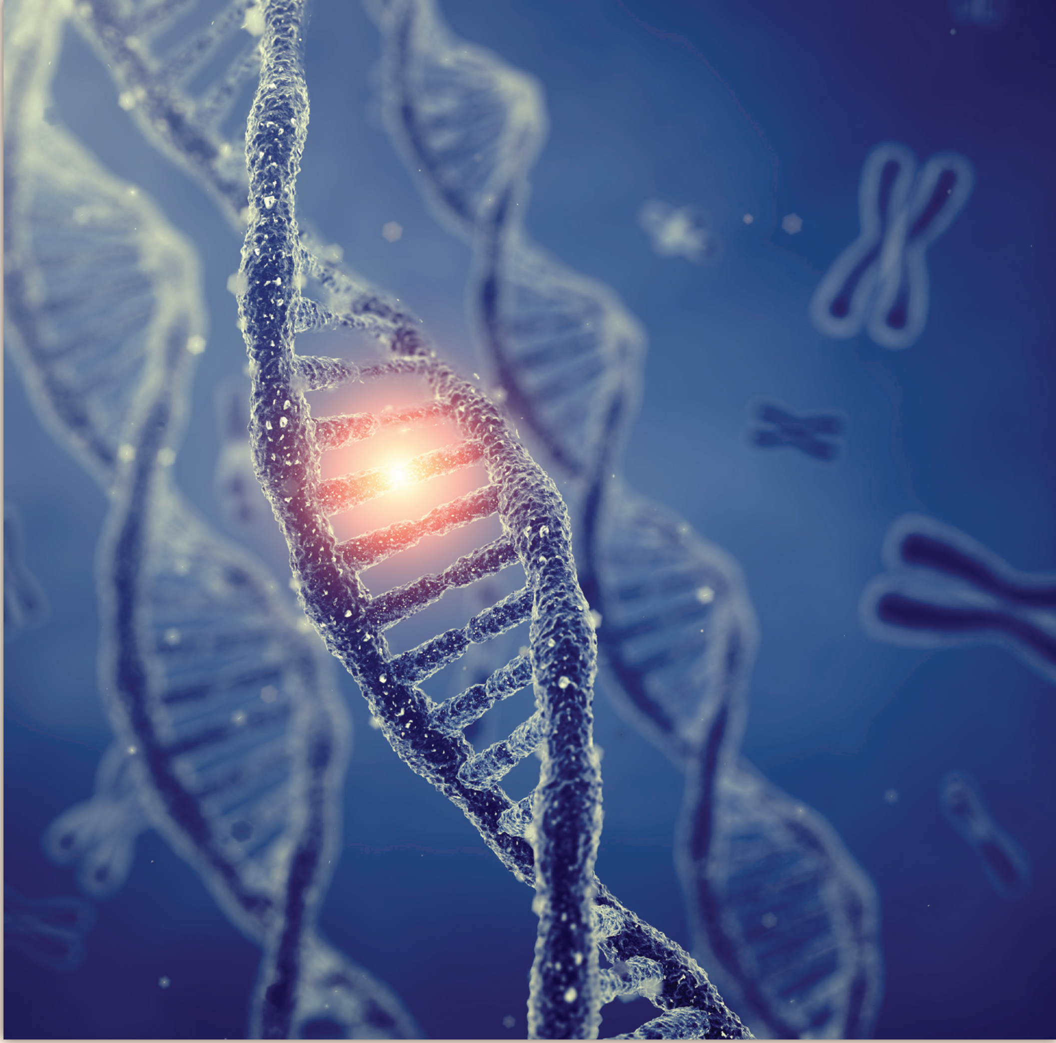
Bu ünitede;

- Kalıtımın genel esasları ve Mendel ilkelerini,
- Monohibrit, dihibrit ve kontrol çaprazlamalarını,
- Eş baskınlık ve çok alellilik kavramlarını,
- Eşeye bağlı kalıtılan hemofili ve kısmi renk körlüğü hastalıklarını,
- Eşeye bağlı kalıtımın Y kromozomunda görüldüğünü,
- Soyağacı yorumlamayı,
- Akraba evlilikleri ile kalıtsal hastalıkların ilişkisini,
- Varyasyon kaynaklarını,
- Biyolojik çeşitliliğin kalıtsal temellerini öğreneceksiniz.

Genetik ile ilgili temel kavramları öğrendiğinizde kendi yaşantınızla ilgili yorum yapabilirsiniz. Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler ile anne ve babamızdan almış olduğumuz kalıtsal materyalin vücudumuzda hangi durumlara yön verdiği sorusunun cevabı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu konudaki temel bilgileriniz aklınızdaki soruların birçoğuna cevap bulmanızda size yol gösterici olacaktır.

1. BÖLÜM

KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK



Anahtar Kavramlar

Alel
Biyolojik çeşitlilik
Dihibrit
Dominant
Eş baskınlık
Eşeye bağlı kalıtım
Fenotip
Gen
Genotip
Gonozom
Hemofili
Heterozigot
Homozigot
Monohibrit
Mutasyon
Otozom
Punnett karesi
Rekombinasyon
Renk körlüğü
Resesif
Soyağacı
Varyasyon

ABD'de İnsan Embriyolarına İlk CRISPR Uygulaması

Tartışmalı gen değiştirme tekniği CRISPR, ABD'de ilk defa insan embriyoları üzerinde denendi. CRISPR insan embriyoları üzerinde birkaç defa Çin'de denenmişti. CRISPR-Cas9 sistemi, kısa adıyla CRISPR, genetik kodun belirli kısımlarının hedeflenerek DNA'da istenen değişikliklerin yapılmasını sağlayan bir teknik. Bu teknik canlı hücrelerde ve organizmalarda genlerin kalıcı olarak değiştirilmesine imkân tanıyor. Bu yüzden de gelecekte genomun istenen konumlarındaki mutasyonları düzelterek genetik hastalıkları tedavi etmekte kullanılabileceği düşünülüyor. Ancak CRISPR istenmeyen mutasyonlar oluşturma riski yüzünden büyük tartışmalara da yol açtı. Özellikle insan embriyolarında kullanımıyla ilgili etik tartışmalar sürüyor. ABD'de CRISPR'nin insan embriyoları üzerinde deneneceği araştırmalar prensip olarak kamu fonlarıyla desteklenmiyor ancak özel fon bulabilen araştırmacıların sadece araştırma amacıyla insan embriyoları üzerinde CRISPR çalışmaları yapmasına izin veriliyor. ABD'de bu konuda yapılan ilk çalışmada Oregon Sağlık ve Bilim Üniversitesinden Shoukhrat Mitalipov (Şokrat Mitalipof) ve ekibi CRISPR kullanarak kalp duvarının kalınlaşmasına neden olan genetik bir mutasyonu düzeltmeyi hedefledi. Bu genetik bozukluk kalp yetmezliğine neden olabiliyor. Hatta görünürde sağlıklı pek çok genç atletin ani ölümünün arkasında bu bozukluk yatıyor. Araştırmada bu mutasyonu taşıyan bir erkek gönüllüden alınan sperm ile bağışlanmış yumurta hücreleri döllenerek embriyolar oluşturuldu. Daha önceki benzer deneylerden farklı olarak CRISPR-Cas9 düzeneği yumurta hücreleri döllenmekteyken enjekte edildi. Araştırmacılar bunun mozaiklik sorununu engellediğini belirtiyor. Mozaiklik, embriyonun bazı hücrelerinde istenen değişiklik yapılırken bazı hücrelerinde sorunlu genin varlığını sürdürmesi durumunu ifade ediyor. Mitalipov ve ekibi embriyolarda istenmeyen genetik değişiklikler oluştuğuna ilişkin bulgulara rastlamadı. Ancak bu durum tekniğin güvenliğiyle ilgili tartışmalara son vermiş değil. Örneğin çalışmada yer almayan, İsveç'teki Karolinska Enstitüsünde görevli Fredrik Lanner (Fredrik Lanır), araştırmacılar ayrıntılı incelemeler yapmış olsa bile tekniğin tek tek incelemedikleri genler üzerinde istenmeyen değişikliklere yol açmadığından emin olunamayacağı görüşünde. (...)

Bilim ve Teknik, (2017, Eylül), Sayı 598, s. 7.
(Kısaltılmıştır.)

- Çeşitli teknikler kullanılarak canlıların genetiği değiştirilebilir mi?
- Bir canlının genetiği değiştirilerek ne gibi avantajlar sağlanabilir?
- İnsanların genetiğinin değiştirilmesi evrim açısından bakıldığında hangi sonuçları doğurabilir?



2.1. MENDEL İLKELERİ

Ailenizde yer alan bireylere baktığınızda her bireyin kendine ait özellikleri olduğu gibi birbirine benzer özelliklerinin bulunduğunu da görebilirsiniz.

Aslında bu soru tarih boyunca birçok bilim insanının aklına gelmiştir. Her bilim insanı bulunduğu zamanın şartlarına göre kendi bilgileri doğrultusunda farklı yorumlarda bulunmuştur. Modern genetiğin temeli atılana kadar yaygın olarak kabul edilen görüş karışım hipotezidir. Bu hipoteze göre bir canlının özellikleri, o canlının anne ve babasının özelliklerinin karışımı ile ortaya çıkmaktadır. Örneğin uzun boylu bir bitki ile kısa boylu bir bitkinin tozlaşmasıyla orta boylu bir bitkinin oluşacağı görüşü hâkimdi.



Görsel 2.1: *Johann Gregor Mendel'in (1822-1884)*

Modern genetik, 19. yy. da Avusturyalı bir ailenin rahip olan çocuğu Johann Gregor Mendel'in (Yohan Gregor Mendıl) (1822-1884) ***(Görsel 2.1)*** yaptığı çalışmalar sonucunda ilerlemiştir. Mendel aslında bir manastırda yetişmiş olmasına rağmen matematik ve fen bilimleri ile yakından ilgili bir bilim insanıdır. Bulunduğu manastırın bahçesinde bezelye bitkisinin çeşitlerinin kalıtımının nasıl gerçekleştiğini azim ve sabırla araştırmış ve günümüzde de kabul gören temel kalıtım ilkelerine ulaşmıştır.

Bilgi Kutusu

Özelliklerin bir kuşaktan sonraki kuşağa aktarımına **kalıtım**, kalıtımın hangi esaslar dâhilinde gerçekleştiğini inceleyen bilim dalına ise **genetik** denir.

Canlılarda kalıtılabilir özelliklerin her biri **karakter** olarak adlandırılır. Her bir karakterin farklı tipine ise **özellik** adı verilir. Örneğin insanda göz rengi bir karakterdir. Mavi, yeşil ya da kahverengi gözlü olmak ise göz rengi karakterinin özellikleridir. Aynı karakter üzerinde etkili olan gen çeşitlerinin her birine **alel** adı verilir.

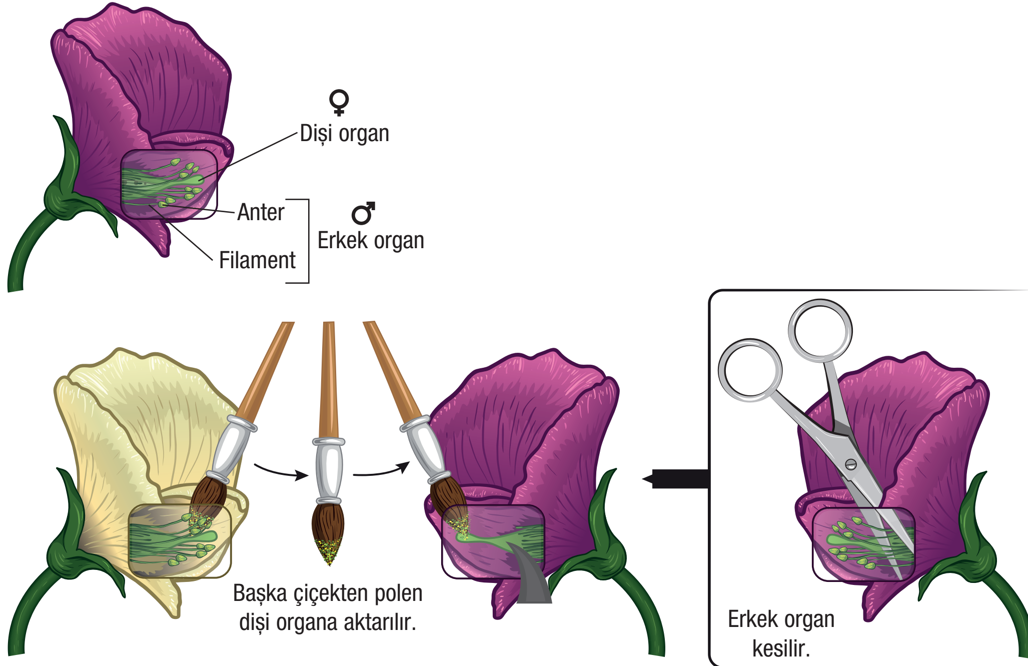
Mendel'in çalışmak için bezelye bitkilerini tercih etmesi tesadüf olabilir ancak bu durum ona çalışmalarında büyük avantajlar sağlamıştır. Çünkü bezelye bitkisi karşılaştırılabilecek çeşitli karaktere ait birçok özelliğe sahiptir. Ayrıca kısa sürede çok sayıda nesil oluşturabilmektedir.

Mendel bitki boyu, çiçek durumu, çiçek rengi, tohum şekli ve rengi, tohum kabuğu şekli ve rengi dâhil olmak üzere bezelyelerde yedi farklı karakterin kalıtımını incelemiştir ***(Görsel 2.2)***.

	Karakterler						
	Çiçek rengi	Tohum biçimi	Tohum rengi	Tohum zarfı rengi	Tohum zarfı biçimi	Gövde uzunluğu	Çiçek konumu
Baskın	Mor	Yuvarlak	Sarı	Yeşil	Şişkin	Uzun	Yanda
Çekinik	Beyaz	Buruşuk	Yeşil	Sarı	Boğumlu	Kısa	Uçta

Görsel 2.2: *Mendel, çalışmalarında bezelye bitkisinin birçok özelliğinden faydalanmıştır.*

Bezelye bitkileri hem dişi hem de erkek organı birlikte bulundurduğu için normal şartlarda kendi kendine tozlaşabilmektedir. Bitkinin bu özelliği kalıtsal özelliklerin aktarılmasına ilişkin sonuçları olumsuz etkileyeceğinden Mendel, polen oluşturmadan önce erkek organları çiçekten çıkarmış ve daha sonra başka bir bitkinin polenlerini dişi organa yapay olarak ulaştırıp çapraz tozlaşmanın gerçekleşmesini sağlamıştır ***(Görsel 2.3)***.



Görsel 2.3: *Çapraz tozlaşma*

Böylece Mendel bir karakter bakımından farklı özellik gösteren iki birey arasında çapraz döllenme ile melez bireyler elde etmiştir. Deney sonuçlarını tüm bilim dünyası ile paylaşmak isteyen Mendel, topladığı bilgileri yerel bilimsel dergilerde yayımladı. Ancak yapılan bu çalışmalar, diğer bilim insanları tarafından dikkate değer görülmedi. Mendel'in vefatından yıllar sonra 20. yüzyıl başlarında diğer bilim insanlarının yaptığı çalışmalarla desteklenen görüşleri, **Mendel İlkeleri** olarak kabul görür hâle gelmiştir. Genetik özelliklerin aktarılmasını tanımlayan temel kalıtım ilkeleri, **Ayrılma İlkesi** ve **Özelliklerin Bağımsız Kalıtımı İlkesi**dir.

Bilgi Kutusu

Mendel çalışmalarında olasılık ilkelerine dikkat etmiştir. Kalıtım çalışmalarında dikkate alınan iki farklı olasılık kuralı bulunmaktadır:

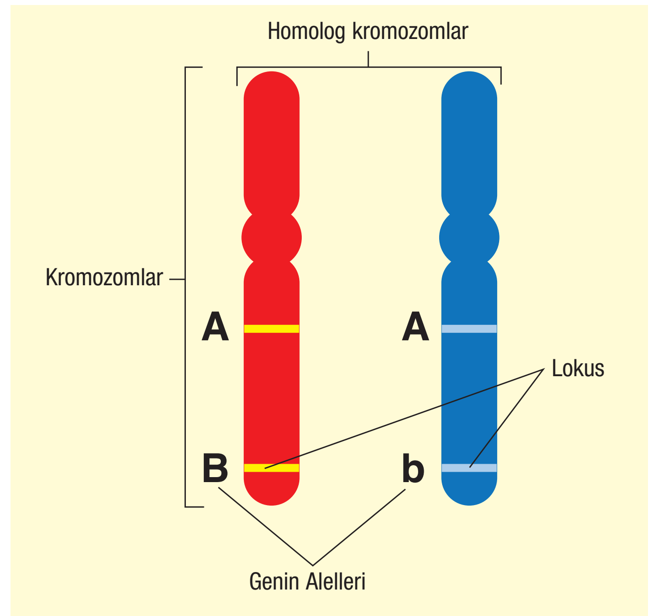
1. Şansa bağlı bir olayın gerçekleşme olasılığı, tekrarlanacak aynı olayın gerçekleşme olasılığını etkilemez. Örneğin bir ailenin ilk çocuğunun erkek doğma olasılığı 1/2'dir. İkinci çocuğun ve hatta bundan sonra doğacak her erkek çocuğun doğma olasılığı da 1/2'dir.

2. Şansa bağlı gerçekleşen iki ayrı olayın aynı anda birlikte olma olasılıklarının çarpımına eşittir. Örneğin aynı anda atılan iki madenî paranın ikisinin de yazı gelme olasılığı 1/2 x 1/2=1/4'tür. Birbirinden farklı olayların aynı sonucu oluşturduğu durumlarda ise olayların ayrı ayrı olma olasılıklarının toplamı alınır. Örneğin (Aa x Aa) çaprazlamasında dominant alel taşıyan bireylerin (AA, Aa, Aa) oluşma olasılığı, 1/4AA+1/4Aa+1/4Aa=3/4 olarak hesaplanır.



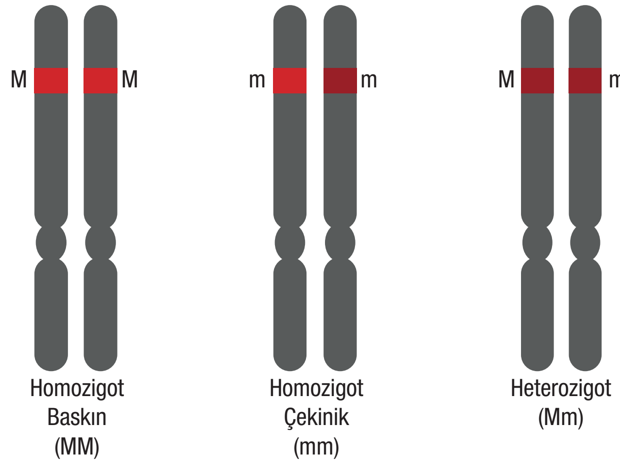
ETKİNLİK

Bu ilkelerle ilgili tanımlamaları yapmadan önce öğrenilmesi gereken bazı kavramlar vardır. Mitokondri ve kloroplastlarda bulunan DNA hariç, bir ökaryotik hücrenin DNA'sı çekirdek içinde bulunur. Her tür kendine özgü kromozom sayısına sahiptir. Örneğin insanlar vücut hücrelerinde 46 kromozom taşır. Eşeyli üreyen canlılarda hücreler, biri anneden diğeri babadan gelen homolog kromozom çiftlerini bulundurur. Bir kromozomun uzunluğu boyunca bir genin özgül olarak yerleştiği DNA bölgelerine **lokus** denir. Bu DNA bölgelerinde bir genin alternatif versiyonları yani **alel**ler yer alır. Aleller harflerle ifade edilir ***(Görsel 2.4)***.



Görsel 2.4: *Alel ve lokusun şematik gösterimi*

Eşeyli üreyen canlılarda bir genin ifade edilebilmesi için iki alternatifinin (biri anneden diğeri babadan gelen) bulunması gerekmektedir. Bir karakterle ilgili genin aynı allellerine sahip canlılarına **homozigot (saf döl/arı döl)** denir. Homozigot bireyler ebeveynlerinden aynı alelleri almıştır. Bezelyelerde çiçek rengi karakterinde mor çiçek (M) ve beyaz çiçek (m) olmak üzere iki özelliği vardır. Homozigot mor çiçekli bezelyenin genotipi MM ile beyaz çiçekli bezelyenin genotipi ise mm ile gösterilir. Bir karakterle ilgili genin farklı allellerine sahip canlılarına **heterozigot (melez döl/hibrit)** denir. Heterizgot bireyler ebeveynlerinden farklı allelleri almıştır. Bezelyelerde heterozigot çiçek rengi genotipi Mm ile gösterilir ***(Görsel 2.5)***.



Görsel 2.5: *Heterozigot ve homozigot aleller*



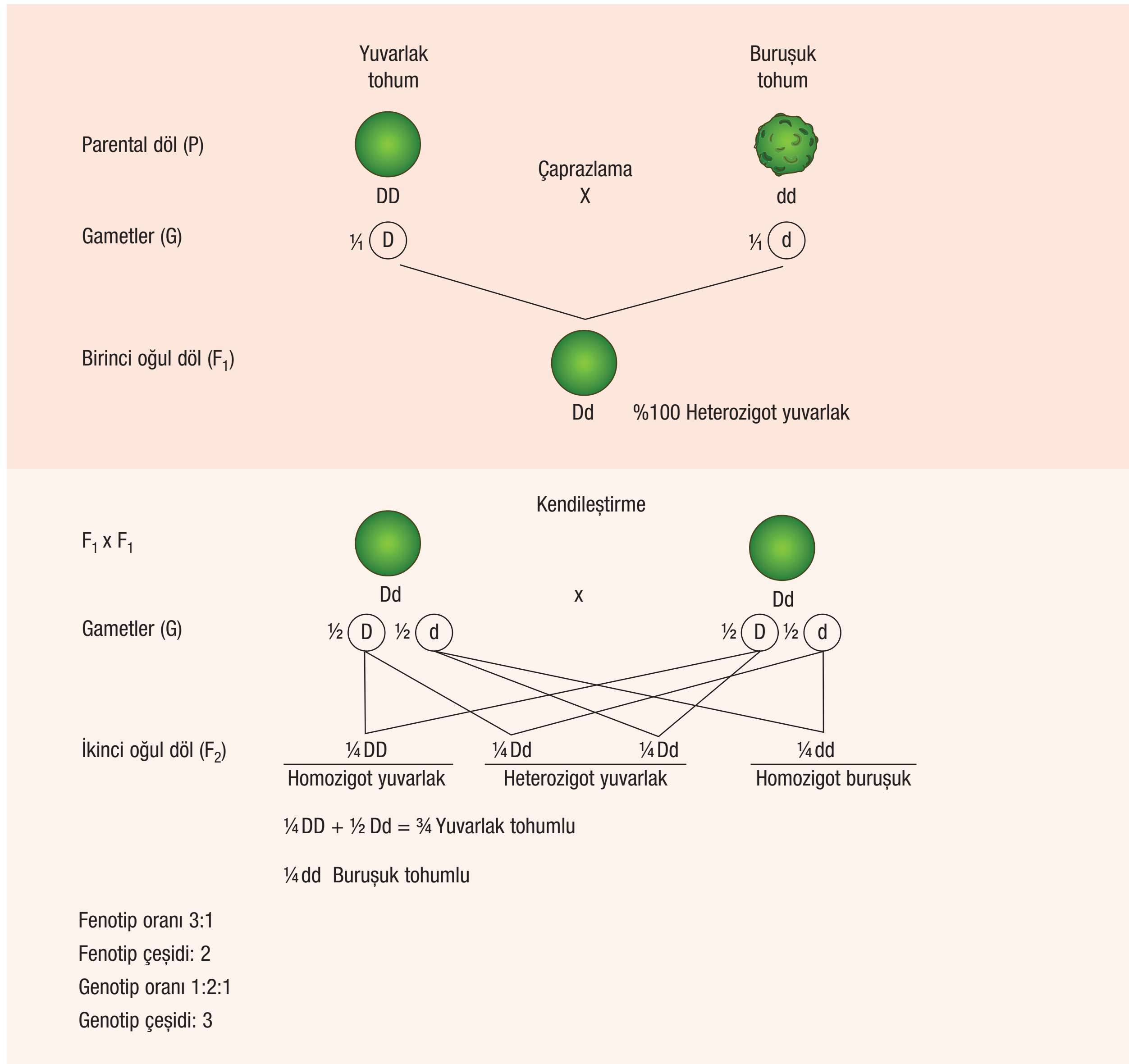
ETKİNLİK

Canlının bir karakter açısından bulundurduğu genlerin tümüne o canlının **genotipi** denir. MM ve Mm mor çiçekli, mm beyaz çiçekli bezelyelerin genotipidir. Canlılarda genlerin ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkan görünür özelliklerin tamamına ise **fenotip** adı verilir. MM ve Mm genotipli bezelyelerin fenotipi mordur, mm genotipli bezelyelerin fenotipi ise beyazdır. Heterozigot durumda bile canlının fenotipinde etkisini gösterebiliyorsa o gen için **dominant (baskın)** ifadesi kullanılır ve büyük harfle gösterilir. Belirli bir karaktere ait genlerin fenotipte etkisini gösterebilmek için iki alelin aynı olması gerekiyorsa o gen için **resesif (çekinik)** ifadesi kullanılır ve küçük harfle gösterilir. Örneğin, bezelye bitkilerinde mor çiçek rengi özelliği baskındır, "M" ile gösterilir; beyaz çiçek özelliği ise çekiniktir, "m" ile gösterilir.

2.1.1. MONOHİBRİT ÇAPRAZLAMA

Mendel'in yaptığı deneylerde çaprazlanan iki arı döl; anne baba, **ebeveyn** veya **parental döl (P)** yavrularına ise **oğul döl** veya **filial (F)** denir. Ebeveyn dölde yer alan iki bireyin her ikisinin de oluşturabileceği gamet çeşidi tektir çünkü her iki ebeveyn de homozigot yapıya sahiptir. Bu nedenle ebeveyn döldeki bireylerin çaprazlanmasıyla oluşan birinci oğul dölde (F_1) yer alan tüm bireyler heterozigot özellik gösterir ve **melez (hibrit)** olarak adlandırılır. Bu şekilde F_1 dölünde elde edilen heterozigot genotipli bireylere **monohibrit** adı verilir. Monohibrit bireylerin kendi kendilerine çaprazlanmasına da **monohibrit çaprazlama** denir. Daha sonra birinci oğul dölde yer alan bireylerin (F_1) kendi kendilerine tozlaşmaları sağlanarak ikinci oğul döl (F_2) oluşturulur. Mendel, tüm özellikleri taşıyan ilk üç kuşağı (P, F_1 ve F_2) izlemiş, değerlendirmiş ve kalıtım ilkelerini oluşturmuştur.

Homozigot yuvarlak tohumlu bezelyelerle (DD) homozigot buruşuk tohumlu bezelyelerin (dd) çaprazlanması monohibrit çaprazlamaya örnek verilebilir ***(Görsel 2.6)***.



Görsel 2.6: *Monohibrit çaprazlama*

Parental döldeki bireyler çaprazlandığında oluşan F_1 dölündeki tüm bitkilerin yuvarlak tohumlu olduğu gözlenmiştir. Mendel bu sonuçtan yola çıkarak yuvarlak tohumlu olma özelliğinin buruşuk tohumlu olma özelliğini belirleyen faktöre baskın olduğunu belirtmiştir. F_1 dölünde yer alan bireylerin kendi kendilerine tozlaşmalarına müdahale etmeyerek F_2 dölünün oluşması sağlanmıştır. Oluşan F_2 döllerinden 5.474 tanesinin yuvarlak tohumlu, 1.850 tanesinin ise buruşuk tohumlu olduğunu gözlemleyen Mendel, F_1 dölünde gizli kalan buruşuk tohumluluk özelliğinin F_2 dölünde yeniden ortaya çıktığını ve bu bireylerin fenotip oranının yaklaşık 3 yuvarlak tohumlu, 1 buruşuk tohumlu; genotip oranının ise yaklaşık 1 homozigot baskın, 2 heterozigot baskın, 1 homozigot çekinik olduğunu açıklamıştır. Mendel bu çaprazlamaları bezelye bitkisinin diğer özellikleri için tekrarladığında yaklaşık olarak aynı sonuçlara ulaşmış ve bu çaprazlama sonuçlarının tüm kalıtım olaylarına genellenebileceği görüşünü benimsemiştir.

Monohibrit çaprazlama ile Mendel'in ulaştığı sonuçlar şunlardır:

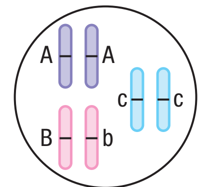
- Bir canlı, her karakter için biri anneden diğeri babadan gelen iki alel taşır.
- Canlının sahip olduğu birbirine zıt olan alellerden (heterozigot) sadece bir tanesi fenotipte etkisini gösterir ve bu alele **baskın alel** adı verilir. Heterozigot durumda etkisini gösteremeyen diğer alele ise **çekinik alel** olarak adlandırılır.
- Canlılarda çift olarak bulunan aleller gamet oluşumu sırasında herbiri eşit olasılıkla birbirinden ayrılır ve farklı gametlere giderler. Buna **ayrılma ilkesi** denir.
- Farklı özellikte iki homozigot bireyin çaprazlanması ile oluşan yeni neslin tamamı heterozigot özelliktedir ve fenotipik olarak baskın özellik gösteren ebeveyni ile benzeşir. Buna **baskınlık ilkesi** denir.

♀ \ ♂	B	b
B	BB	Bb
b	Bb	bb

Görsel 2.7: Mor çiçekli heterozigot bezelyelerin çaprazlamasının punnett karesinde gösterimi. (B:Mor çiçek geni b:beyaz çiçek genine baskındır.)

Çaprazlamalarda bireylerin meydana getireceği gametlerin oluşturabileceği olasılıkları daha kolay görmek için **punnett karesi** kullanılır. Punnett karesi bireylerin oluşturabilecekleri gamet sayısına göre çizilen bir tablodur. Bu tablonun yatay ilk satırına ve dikey ilk sütununa bireylerin oluşturabilecekleri gametler yazılır. Daha sonra satır ve sütunların birleşmesiyle oluşan birey genotipleri tablonun kesişim hücrelerine yazılır ***(Görsel 2.7)***.

Bağımsız genlerde gamet çeşitliliğin hesaplanması: Karakterlere etki eden aleller farklı kromozomlar üzerinde bulunuyorsa bunlara **bağımsız gen** denir. Genetik problemlerde aksi belirtilmedikçe genlerin bağımsız olduğu varsayılır.



Bireylerin oluşturabilecekleri gametlerin hesaplanması sırasında farklı yöntemler kullanılabilir. Bir özellik bakımından homozigot olan bireyler tek çeşit gamet oluşturabilirken heterozigot olan bireyler iki çeşit gamet oluşturur.

Bireylerin oluşturabilecekleri gamet sayısı 2^n formülü ile hesaplanabilir. Bu formülde "n" o bireyin genotipindeki heterozigot karakter sayısını ifade etmektedir (Bu formülle gamet sayısı hesaplaması yapılırken genlerin birbirine bağlı olup olmadığına dikkat edilmelidir.).



ETKİNLİK

Örnek: AaBbCC genotipine sahip bir bireyin oluşturabileceği gamet sayısı kaçtır? (Genler bağımsızdır.)

Çözüm: Bu bireyin genotipinde bulunan karakterlerden Aa ve Bb heterozigot, CC ise homozigottur. Formülde heterozigot karakter sayısı yerine konduğunda $2^n=2^2=4$ farklı çeşit gamet oluşturulabileceği bulunur.

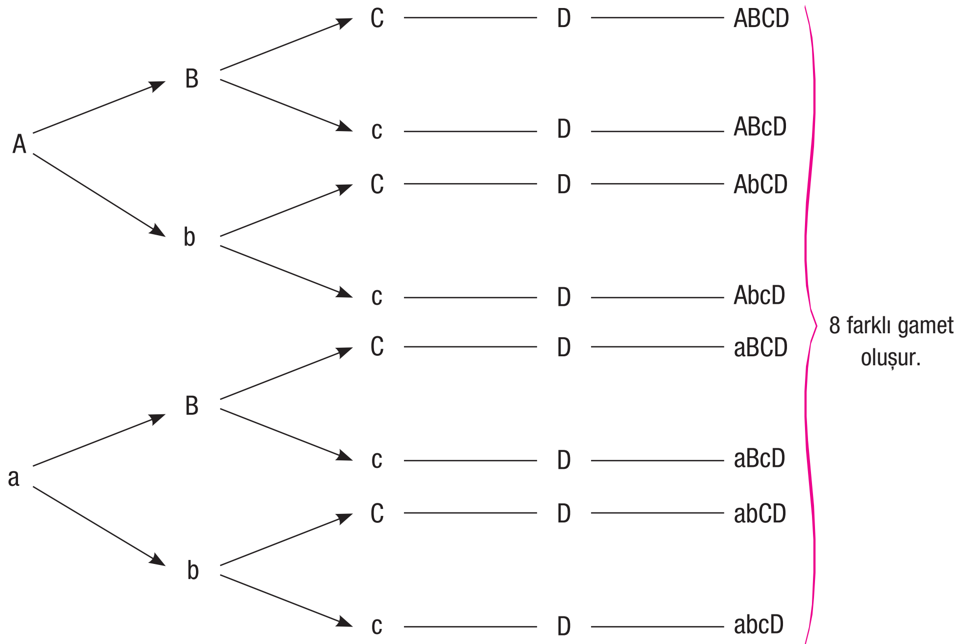
Oluşturulan gametler: ABC, AbC, aBC, abC genotipli gametlerdir.

Örnek: AaBbCcDD genotipine sahip bireyin oluşturabileceği gamet çeşitlerini yazınız (Genler bağımsızdır.).

Çözüm: Bu bireyin genotipinde bulunan karakterlerden Aa, Bb ve Cc heterozigot, DD ise homozigottur. Formülde heterozigot karakter sayısı yerine konduğunda $2^n=2^3=8$ farklı çeşit gamet oluşturulabileceği bulunur.

Ancak oluşturulan gametlerin sayısı çok olduğu için bunları yazmak zordur. Genotipi bilinen bir bireyin meydana getirebileceği gametleri yazmanın bir diğer kolay yolu çatallandırma yöntemidir.

Çatallandırma yönteminde heterozigot her bir karakter için çatal oluşturulurken homozigot karakterler için tek çizgi oluşturulur. Bütün karakterler yazıldıktan sonra oluşan kombinasyonlar gamet çeşitlerini gösterir.





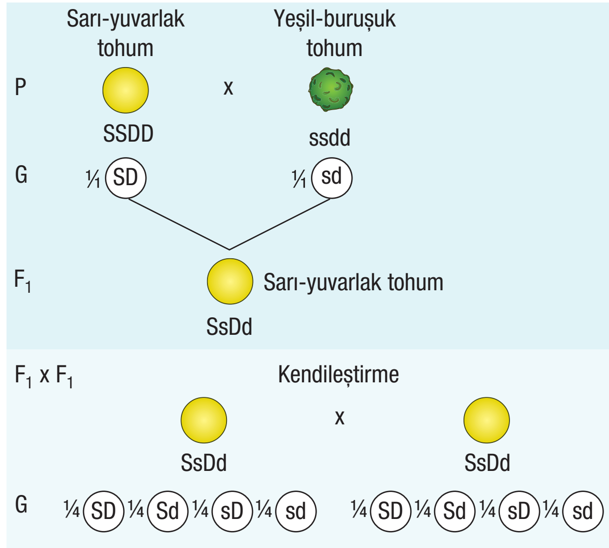
2.1.2. DİHİBRİT ÇAPRAZLAMA

Mendel, bir karakter bakımından yaptığı çaprazlamalardan sonra iki karakterin birbirleri ile ilişkisini görebilmek için iki karakterin kalıtımını birlikte incelemiştir. Bu nedenle tohum rengi ve tohum şekli karakterlerinin kalıtımını izleyebilmek için sarı yuvarlak tohumlu bitkilerle (SSDD) yeşil buruşuk tohumlu bitkileri (ssdd) çaprazlamıştır.

Çaprazlama sonucu oluşan F_1 neslinin tamamı sarı ve yuvarlak tohumlu (SsDd) bireylerden oluşmaktadır. Bu şekilde iki karakter bakımından heterozigot olan bireylere **dihibrit** denir. İki karakter bakımından heterozigot olan bireyler arasında yapılan çaprazlamaya ise **dihibrit çaprazlama** denir.

Mendel, sarı ve yuvarlak tohumlu (SsDd) F_1 bireylerinin kendileri ile çaprazlanması sonucu oluşan F_2 dölünde dört farklı kombinasyonun ortaya çıktığını gözlemledi. Bunlar; sarı-yuvarlak tohumlu, sarı-buruşuk tohumlu, yeşil-yuvarlak tohumlu ve yeşil-buruşuk tohumlu bitkilerdir.

Mendel, bu bitkilerin 9/16 sının sarı-yuvarlak, 3/16 sının sarı-buruşuk, 3/16 sının yeşil-yuvarlak, 1/16 sının yeşil-buruşuk olduğunu ve bu bitkilerin fenotip ayrışım oranının yaklaşık olarak 9:3:3:1 olduğu sonucuna ulaştı ***(Görsel 2.8)***.



Punnett Karesi	♂ Erkek bireyin gametleri: SD	Sd	sD	sd
♀ Dişi bireyin gametleri: SD	SSDD	SSDd	SsDD	SsDd
Sd	SSDd	SSdd	SsDd	Ssdd
sD	SsDD	SsDd	ssDD	ssDd
sd	SsDd	Ssdd	ssDd	ssdd

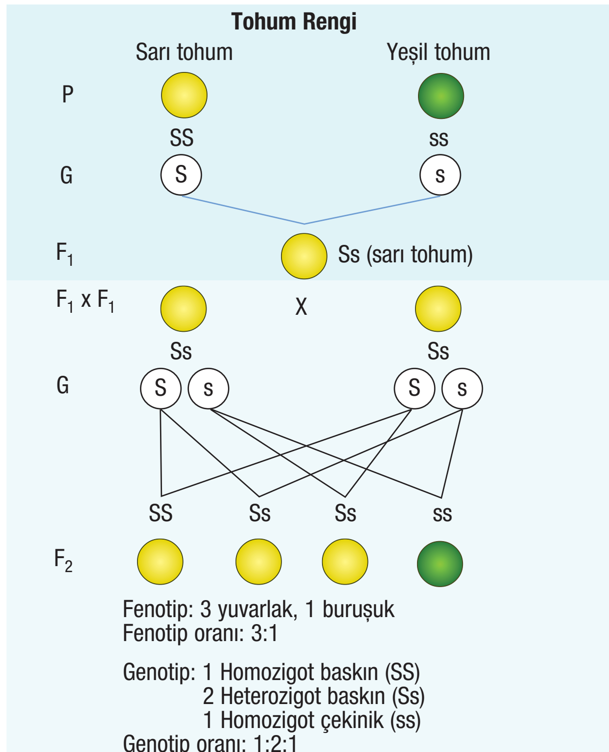
9/16 Sarı yuvarlak 3/16 Yeşil yuvarlak 3/16 Sarı buruşuk 1/16 Yeşil buruşuk

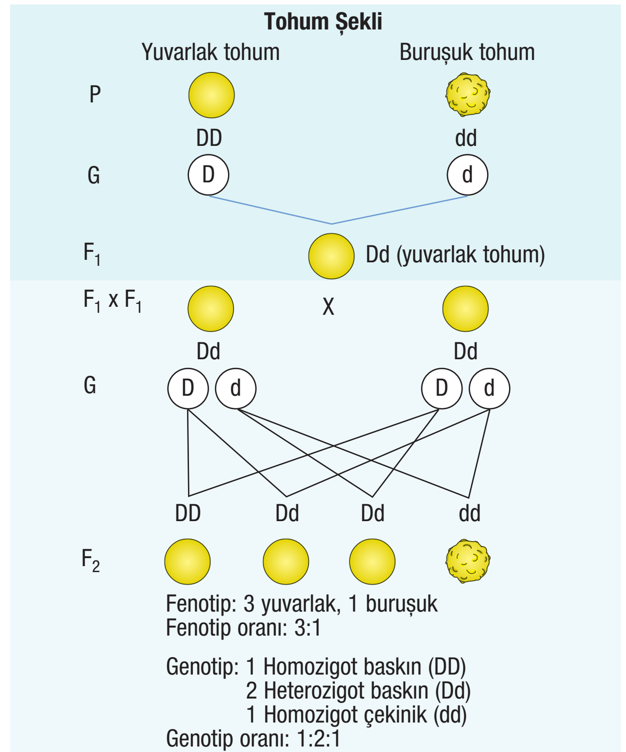
Fenotip oranı: 9:3:3:1
Fenotip çeşidi: 4

Genotip oranı: (1:2:1) X (1:2:1)
1:2:1:2:4:2:1:2:1
Genotip çeşidi: 9

Görsel 2.8: *Dihibrit çaprazlama*

Mendel bu oranları incelerken bir başka ayrıntının daha farkına vardı. Karakterlere ait birey sayıları tek tek incelendiğinde oluşan bireylerin fenotipik ayrışım oranının monohibrit çaprazlamada olduğu gibi 3:1 olduğunu gözlemledi. Bunun da ancak her bir karakterin birbirinden bağımsız kalıtılmasından kaynaklanabileceği sonucuna ulaştı ***(Görsel 2.9)***.



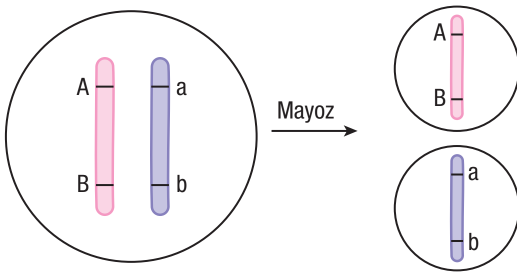


Görsel 2.9: *İki farklı karakterin ayrı ayrı çaprazlanması*

Tohum rengi ve şeklinin birlikte ve ayrı ayrı incelemesini yapan Mendel, daha birçok dihibrit çaprazlama araştırması yapmıştır. Araştırmalardan yaklaşık olarak aynı sonuçları aldıktan sonra birden fazla karakteri belirleyen alellerin gametlere aktarılırken birbirinden bağımsız olarak hareket ettiklerini ifade etmiştir **(Özelliklerin Bağımsız Kalıtımı İlkesi).**

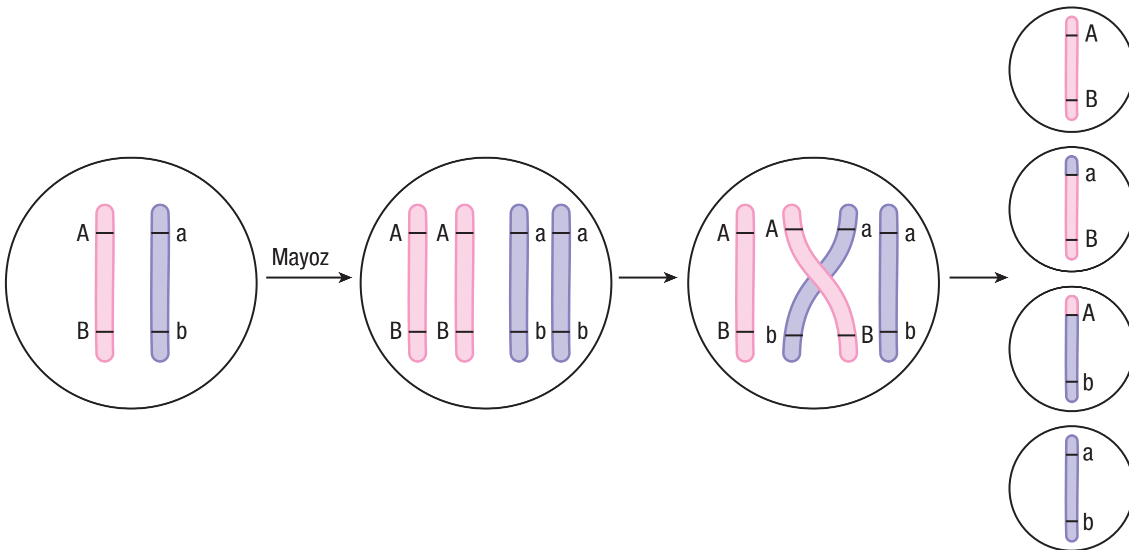
Bağlı Genler

Mendel, her bir genin farklı bir kromozom üzerinde olduğunu düşünmüş ve tüm genlerin bağımsız olduğunu varsaymıştır. Ancak daha sonra yapılan çalışmalar kromozomlarında bağlı genler bulunduran canlılarda gen sayısı kromozom sayısından çok daha fazla olduğunu göstermiştir. Her kromozom üzerinde yüzlerce binlerce gen bulunur. Karakterlere etki eden aleller aynı kromozom üzerinde ise bunlara **bağlı genler** denir. Bağlı genler, mutasyon veya mayoz bölünme sırasında krossing over olmazsa bağımsız olarak ayrılamaz ***(Görsel 2.10)***. Kromozomlar üzerindeki genler arasındaki mesafe ne kadar fazla ise krossing over gerçekleşme olasılığı da o kadar fazladır.



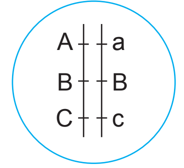
Görsel 2.10: *Bağlı genler krossing over olmadığında birbirinden ayrılmazlar.*

Bağlı genler, mayoz sırasında krossing over gerçekleştiğinde birbirinden ayrılır ve genlerdeki gamet çeşidi sayısı artar ***(Görsel 2.11)***. Krossing over olayının gerçekleşmesinin genlerin gametlere farklı kombinasyonlarda aktarılması sonucu gamet çeşitliliği meydana gelir. Gamet çeşidi sayısı bağımsız genlerde olduğu gibi 2^n formülü ile hesaplanır (n: Heterozigot karakter sayısı).

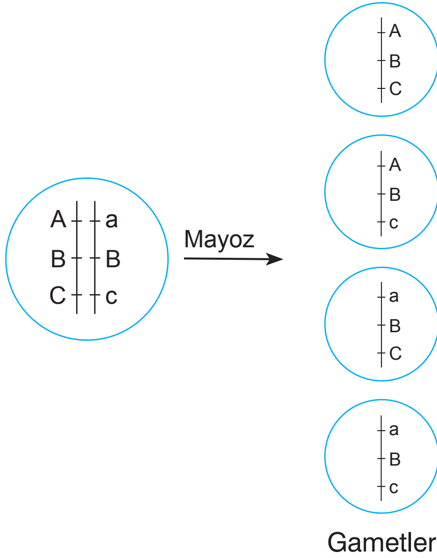


Görsel 2.11: *Bağlı genler krossing over olduğunda birbirinden ayrılır.*

Örnek: AaBBCc genotipindeki bir canlının ABC bağlı genleridir. Mayozda parça değişimi gerçekleştiğinde oluşabilecek gamet sayısı ve çeşidi nedir?

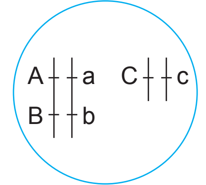


Çözüm: Mayozda krossing over gerçekleştiğinde gamet çeşidi sayısı 2^n formülü ile hesaplanır (n: Heterozigot karakter sayısı). Bağlı genlerden heterozigot olanların hepsi alınır. $2^2 = 4$ gamet oluşur.

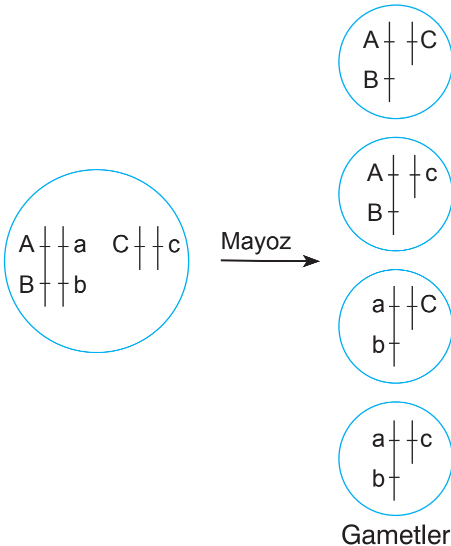


Gametler

Örnek: AaBbCc genotipindeki bir canlıda AB bağlı genlerdir. Buna göre mayozda parça değişimi gerçekleşmediğinde oluşabilecek gamet çeşidi nedir?



Çözüm: AB bağlı genler olduğu için aynı gamete geçer. Cc farklı kromozom üzerinde gösterildiği için bağlı olmadığı için bağımsız olarak hareket eder. Hesaplama yapılırken bağlı genlerden heterozigot olanlardan sadece birisi alınır.



Gametler

2.1.3. KONTROL ÇAPRAZLAMASI

Ebeveynlerinden aldığı alellerle çekinik fenotip gösteren bireylerin genotipi kesinlikle homozigot (aa) olmak zorundadır. Çünkü çekinik aleller fenotipte etkisini ancak homozigot durumdayken gösterir. Ancak baskın fenotipli bireylerde durum farklıdır. Baskın fenotipin ortaya çıkması için alellerden sadece birinin baskın olması yeterlidir. Bu durumda baskın fenotipli bireylerin genotipi kesin olarak bilinemez. Genotipi bilinmeyen baskın fenotipli bir bireyin homozigot veya heterozigot olduğunu belirlemek amacıyla çekinik genotipli bir bireyle çaprazlanmasına **kontrol çaprazlaması (geri çaprazlama)** denir.

Kontrol çaprazlamasında genotipi bilinmeyen baskın fenotipli birey homozigot çekinik genotipli birey ile çaprazlanır. Çaprazlama sonucunda sadece baskın fenotipli bireyler oluşursa genotipi bilinmeyen bireyin homozigot baskın genotipli olduğu sonucuna ulaşılır. Eğer çaprazlama sonucunda hem baskın fenotipli hem de çekinik fenotipli bireyler oluşursa genotipi bilinmeyen bireyin heterozigot baskın genotipli olduğu sonucuna ulaşılır. Kontrol çaprazlaması bitki ve hayvanların ıslah metodu olarak kullanılmaktadır.

Bilgi Kutusu

Araştırmalar akraba evliliğinin binlerce yıl önce başlayıp Afrika, Avrupa ve Uzakdoğu'ya yayıldığını gösteriyor.

Türkiye'nin de aralarında bulunduğu Fas'tan Pakistan'a kadar uzanan Orta Doğu'da ise daha yaygındır.

Genotipi bilinmeyen siyah fare ile genotipi bilinen beyaz farenin çaprazlama örneğini birlikte inceleyelim.

Ebeveynler	Genotipi Bilinmeyen Siyah Kobay (S?)	Genotipi Bilinen Beyaz Kobay (ss)
Gametler	S ?	s
Oluşabilecek yavrular	1. Olasılık: tüm bireyler siyah Ss %100 siyah Tüm bireylerin siyah olması, genotipi bilinmeyen bireyin homozigot baskın genotipli olduğunu gösterir. SS	
	2. Olasılık: Oluşan bireylerin yarısı siyah yarısı beyaz Ss %50 siyah ss %50 beyaz Oluşan bireylerin yarısının siyah, yarısının beyaz fenotipli olması genotipi bilinmeyen bireyin heterozigot baskın genotipli olduğunu gösterir. Ss	

2.1.4. EŞ BASKINLIK

Bir karakterin kalıtımından sorumlu alellerin fenotipte etki etme durumlarına göre baskın veya çekinik olarak adlandırıldığını biliyorsunuz. Ancak bazı istisnai durumlar vardır. Bazı canlı türlerinde bir karakterin kalıtımından sorumlu alellerin ikisi arasında baskınlık ve çekiniklik ilişkisi olmayabilir. Aleller arasındaki diğer bir varyasyon **eş baskınlıktır (kodominantlık)**. Bu varyasyonda iki alelden herbiri fenotipi ayrı ve ayırt edilebilir şekilde etkiler.

Eş baskınlıkta alleller arasında baskınlık ve çekiniklik yoktur. Heterozigot bireyler her iki alelin özelliğini de fenotipte gösterir. İnsanlarda bulunan MN kan grubu sistemi eş baskınlığa örnektir. Bu sistemde M ve N alelleri bulunur. MM genotipli bireyler M kan gruplu, NN genotipli bireyler N kan gruplu, MN genotipli bireyler MN kan grupludur ***(Tablo 2.1)***.

Araştırınız-Tartışınız

MN kan grubu sisteminin kan alışverişlerinde dikkate alınmamasının nedeni nedir? Araştırınız.

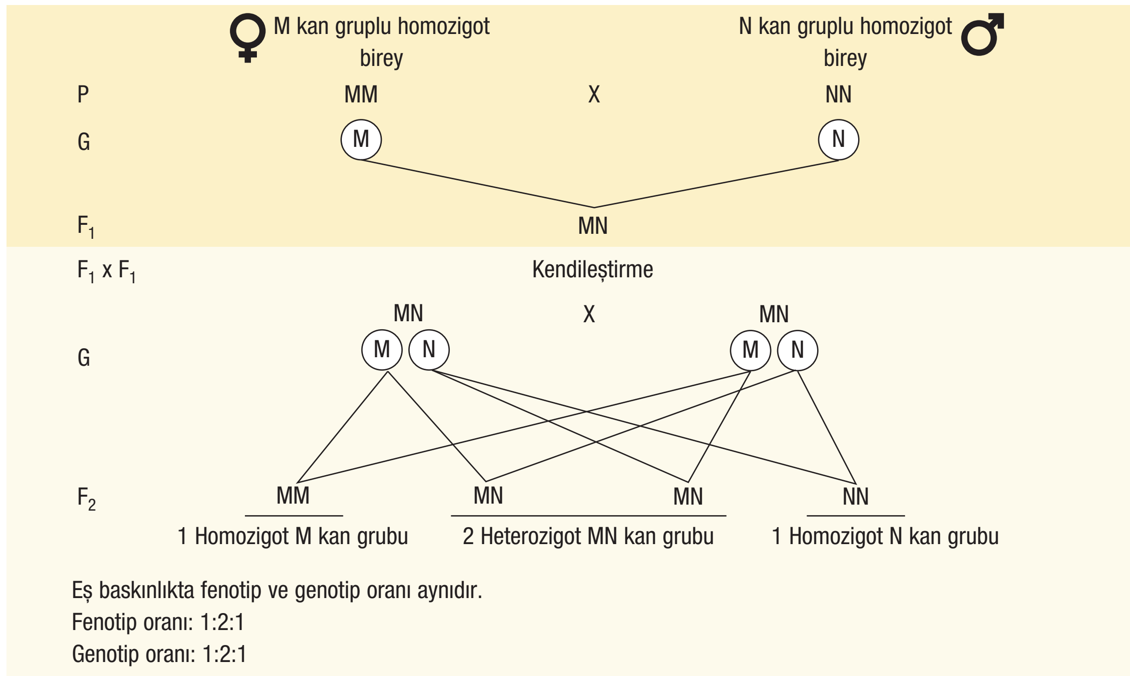
Bilgi Kutusu

MN kan grubu sistemi genellikle adli vakaların aydınlatılmasında kullanılır.

Tablo 2.1: *MN kan grubu sistemi*

Kan Grubu (Fenotip)	Genotip	Alyuvarda Bulunan Antijen
M	MM	M
N	NN	N
MN	MN	M ve N

MN kan grubu sisteminde de görüldüğü gibi eş baskınlıkta heterozigot bireyler bulundurdukları iki alelin özelliğini de göstermektedir. Bu özelliğinden dolayı eş baskın alellerle ilgili yapılan çaprazlamalarda genotip ve fenotip oranları monohibrit çaprazlamadan farklılık gösterir ***(Görsel 2.12)***. Monohibrit durumda eş baskınlık genotip ve fenotip oranı her zaman %25-%50-%25 (1:2:1) olarak bulunur.



Görsel 2.12: *MN kan grubu sisteminde M ve N genleri eş baskındır.*



2.1.5. ÇOK ALELLİLİK

Şimdiye kadar gördüğünüz konularda aynı özellik üzerine etki eden iki alel bulunmaktadır. Ancak bazı canlı türlerinde bazı özellikler ikiden fazla alel ile ifade edilebilir. Bu duruma **çok alellilik** denir. Örneğin insanlarda ABO kan grubu sistemi ve tavşanlarda kürk rengi kalıtımı çok alelle kalıtılan özelliklerdir. İnsanda ABO sisteminde kan gruplarını denetleyen "A", "B" ve "O" olmak üzere üç farklı alel vardır. Bu aleller arasında baskınlık-çekiniklik ilişkisine bakıldığında; "A" ve "B" birbirine eş baskın, "O" aleline baskındır. "O" aleli ise çekiniktir.

Çok alellilikte genotip çeşidi sayısı $n \times (\frac{n+1}{2})$ formülü ile hesaplanır (n alel sayısı). Alel sayısı ile eş baskınlık sayılarının toplamı fenotip çeşidi sayısını verir.

Homozigot genotip çeşidi sayısı ise alel sayısına eşittir.

Çok alellikte bir özelliği ifade etmek için ikiden fazla alel bulunmasına rağmen hiçbir zaman birey ikiden fazla alel bulundurmaz. Başka bir ifadeyle bir insanda ABO sisteminde bulunan üç alelden (A, B ve O) sadece iki tanesi bulunabilir.

Tavşanlarda kürk rengi ise dört farklı alel tarafından belirlenir. Bu aleller arasında baskınlık bakımından bir hiyerarşi vardır. Bunlar arasındaki baskınlık hiyerarşisine göre koyu gri C, chinchilla (şinşila) c^{ch}, açık gri c^{h} ve albino c şeklinde sıralanır.

Kan Grupları

Bir bireyin alyuvar yüzeyinde A antijeni varsa A kan grubu, B antijeni varsa B kan grubu, hem A hem B antijeni varsa AB kan grubu, A ve B antijenlerini içermiyorsa O kan grubu olarak adlandırılır. Kanda yabancı antijenlere karşı üretilen proteinlere **antikor** denir. Antikorlar kan plazmasında bulunur. Bunlar anti-A ve anti-B antikorları olmak üzere iki çeşittir. A kan gruplu birey plazması anti-B antikoru, B kan gruplu birey plazması sadece anti-A antikoru, O kan gruplu birey hem anti-A hem de anti-B antikorları içerir. AB kan gruplu birey plazmasında anti-A ya da anti-B antikorları yoktur ***(Tablo 2.2)***.

Tablo 2.2: *ABO kan grubu sistemi*

ABO sistemine göre kan grupları (Fenotip)	Genotip		Alyuvar zarındaki antijen	Plazmadaki antikor
	Homozigot	Heterozigot		
A	AA	AO	A	Anti-B
B	BB	BO	B	Anti-A
AB	-	AB	A ve B	-
O	OO	-	-	Anti-A ve Anti-B

İnsanlarda bulunan bir diğer kan grubu sistemi Rh sistemidir. Rh faktörü ilk defa *Rhesus* (Resus) cinsi maymunda bulunduğundan sistem maymunun cins adının kısaltması kullanılarak Rh sistemi olarak adlandırılmıştır. Rh kan grubu sisteminde baskın olan Rh faktörü, üretme aleli “R” ile Rh faktörünün üretilmemesine neden olan çekinik alel ise “r” ile gösterilir. “R” alelini taşıyan homozigot “RR” ile heterozigot “Rr” bireyler Rh$^+$ (Rh pozitif) olarak adlandırılırken “r” alelini taşıyan homozigot “rr” bireyler Rh$^-$ (Rh negatif) olarak adlandırılır. Bir kişinin kanındaki alyuvarında Rh antijeni varsa Rh pozitif, alyuvarında bu antijen bulunmuyorsa Rh negatif olarak adlandırılır ***(Tablo 2.3)***.

Bilgi Kutusu

Dört temel kan grubu yani A, B, AB ve O’ın birbirinden farkı, kırmızı kan hücrelerinin yüzeyinde bulunan ve bağışıklık tepkilerini tetikleyen antijenlerin farklılığından kaynaklanıyor. Söz gelimi A tipi antijene sahip olanlarda, B tipi antijene karşı antikor oluşuyor ve B grubu kana karşı da ciddi bir bağışıklık tepkisi gelişiyor.

Tablo 2.3: *Rh kan grubu sistemi*

Rh sistemine göre kan grupları (Fenotip)	Genotip		Alyuvardaki antijen	Plazmadaki antikor
	Homozigot	Heterozigot		
Rh$^+$ (Rh pozitif)	RR	Rr	Rh antijeni	Yok
Rh$^-$ (Rh negatif)	rr	-	Yok	Rh antijenine karşı ilk karşılaşmada Anti–Rh oluşur.

Örnek: O grubu Rh negatif bir kadın ile AB grubu Rh pozitif bir erkek evleniyor. Erkeğin babasının Rh negatif olduğu bilindiğine göre

a. Kadın ve erkeğin genotipleri nedir?

b. Bu evlilikten doğacak çocukların kan grubu genotip oranları nedir?

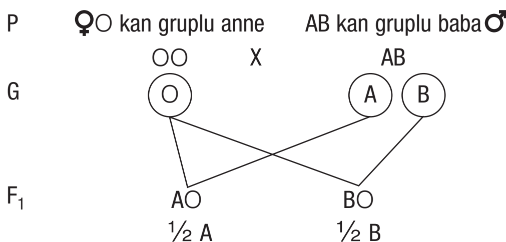
Çözüm

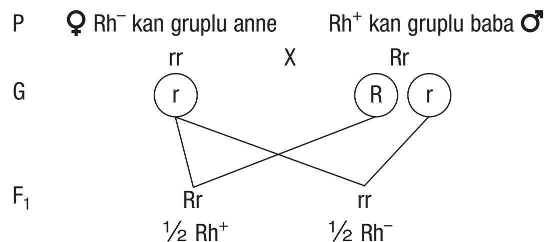
a. Kadının fenotipi her iki sistem açısından çekinik özellikte olduğundan genotipi “OO” ve “rr” dir. Ancak erkeğin genotipi için verilen ekstra bilginin analiz edilmesi gerekir. AB kan gruplu olan erkeğin Rh pozitif genotipini yazmak için ebeveynlerine bakmak gerekecektir. Çünkü Rh pozitif kan grubunda iki genotip alternatifi (RR ve Rr) bulunmaktadır. Verilen ekstra bilgide erkeğin babasının Rh negatif olduğu belirtilmektedir. Yani babadan erkeğe sadece “r” aleli gelebilir. Dolayısıyla erkeğin Rh genotipi “Rr” olmalıdır.

Kadın: OOrr   Erkek: ABRr

b. Bu evlilikten doğabilecek çocukların genotip oranlarını verebilmek için anne ve babanın genotiplerinin çaprazlanması gerekir.

		Baba (ABRr)			
		Gamet çeşitleri			
		AR	Ar	BR	Br
Anne (OOrr)	Gamet çeşitleri Or	AORr	AOrr	BORr	BOrr
		¼ A Rh pozitif	¼ A Rh negatif	¼ B Rh pozitif	¼ B Rh negatif







ETKİNLİK

İki ayrı bağımsız özelliğin aynı anda ortaya çıkma olasılığı, bunların ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımını eşittir.

AORr olma olasılığı: 1/2 x 1/2 = 1/4'tür.

AOrr olma olasılığı: 1/2 x 1/2 = 1/4'tür.

ABRr olma olasılığı: 1/2 x 1/2 = 1/4'tür.

ABrr olma olasılığı: 1/2 x 1/2 = 1/4'tür.

Rh Kan Uyuşmazlığı (Eritroblastosis Fetalis)

Rh kan uyuşmazlığı Rh^- bir anne ile Rh^+ bir babadan Rh^+ grubunda bir fetüsün oluştuğu durumlarda ortaya çıkar. Rh^+ fetüsün alyuvarlarında Rh antijeni bulunur. Anne ile fetüs arasında madde alışverişini sağlayan plasenta antijenlerin fetüsten anneye geçişini engeller. Bazı durumlarda örneğin doğumda bebeğin kan dolaşımındaki Rh antijeni anne kan dolaşımına geçebilir. Annenin dolaşımına geçen Rh antijenine karşı annede Rh antikoru üretilir. Oluşan Rh antikoru, bebeğe geçemez. Bu nedenle ilk bebekte Rh faktörüne bağlı kan uyuşmazlığı görülmez.

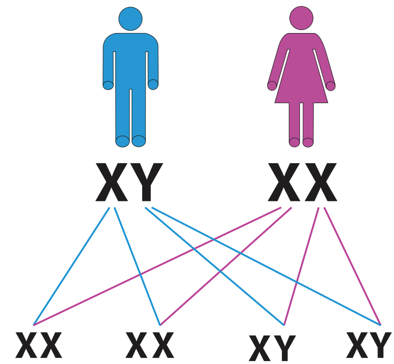
Bundan sonraki gebeliklerde bebek yine Rh^+ kan gruplu ise annenin kanında ilk hamilelikten sonra hazır bulunan Rh antikorları plasenta aracılığı ile fetüse geçer. Rh antikorları fetüsün alyuvarlarını parçalar. Bu olaya **Rh uyuşmazlığı (eritroblastosis fetalis)** denir. Kan uyuşmazlığı sonucunda bebekte anemi (kansızlık) görülür ve hücrelerin gelişimi için yeterli oksijen taşınamaz.

Ancak annenin Rh^+, bebeğin Rh^- olduğu durumda Rh^+ annenin vücudunda Rh^- bebeğe karşı antikor üretilmediğinden Rh uyuşmazlığı görülmez.

2.1.6. EŞEYE BAĞLI KALITIM

Eşeyli üreme konusu işlenirken toprak solucanı ve tenya gibi bazı canlıların hem dişi hem de erkek organları birlikte bulundurduklarını öğrendiniz. Bu gibi canlılarda eşeyin belirlenmesini sağlayan farklı mekanizmalar bulunmaktadır. Ortam koşulları, pH değişimleri, sıcaklık veya vücut büyüklüğü bu mekanizmalardan bazılarıdır. Ayrı eşeyli olan çoğu canlıda ise canlıların eşeyinin belirlenmesini sağlayan kromozomlar bulunmaktadır. Bireyin eşeyinin (cinsiyetinin) belirlenmesini sağlayan bu kromozomlara **eşey kromozomları (gonozom)** adı verilir.

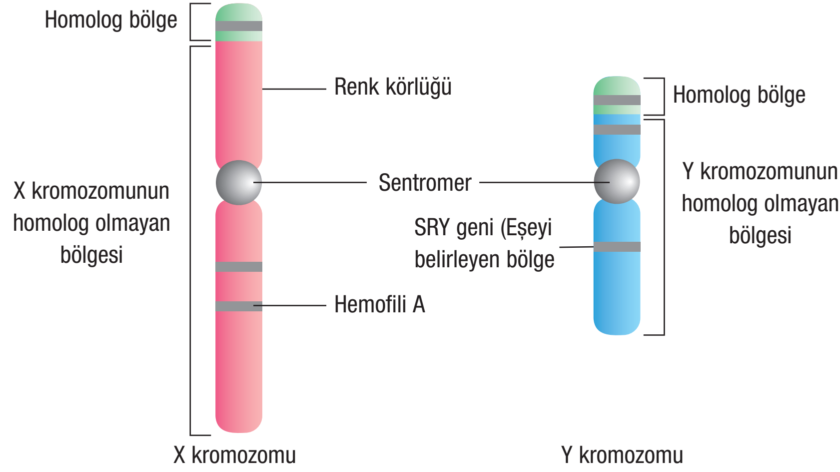
Sağlıklı insanlarda 2n=46 kromozom bulunur. Bu 46 kromozomdan 44 tanesi vücut kromozomu (otozom), 2 tanesi ise eşey kromozomudur (gonozom). Vücut kromozomları birbirinin aynısı 22 çift kromozomdur ve bireyin saç şekli, göz rengi, kan grubu gibi vücut özelliklerini belirler. Eşey kromozomları dişilerde XX, erkeklerde XY şeklinde gösterilir ***(Görsel 2.13)***. Cinsiyeti (eşeyi) belirleyen X ve Y kromozomları üzerinde yer alan genlere **eşeye bağlı genler** denir. X kromozomu Y kromozomuna göre daha uzundur. X ve Y kromozomlarının homolog olan bölgeleri vardır. Bu yüzden X ile Y kromozomunun homolog kısımları arasında parça değişimi gerçekleşebilir.



Görsel 2.13: *Eşey kromozomları erkeklerde XY dişilerde XX'tir.*

X ve Y kromozomlarının homolog kromozom olmalarına rağmen birbirlerine karşılık gelmeyen kısımları da bulunur. Yalnızca X kromozomu üzerinde bulunan genlere **X-bağlı genler** denir. Bu genler dişilerde (XX) bulunduğundan iki alelle, erkeklerde (XY) tek X bulunduğundan bir alelle belirlenir. X kromozomunun Y kromozomunda karşılığı olmayan bölgesinde kısmi renk körlüğü (daltonizm), kanın pıhtılaşmaması (hemofili) gibi karakterlere ait genler yer alır. Y kromozomu üzerinde bulunan genlere de **Y-bağlı genler** denir. Y-bağlı genlerle babada var olan bir özellik tüm erkek çocuklara tek bir genle aktarılır. Y-bağlı genler çok az sayıda olup çoğu gen eşeyin belirlenmesinde etkilidir. Bu

yüzden babadan erkek çocuklara Y kromozomu ile çok az sayıda hastalık aktarılır. Eşeyin belirlenmesini sağlayan SRY (eşeyi belirleyen bölge) geni testis gelişimine etki eder ***(Görsel 2.14)***.



Görsel 2.14: *X ve Y kromozomunda bulunan genler (Genlerin bulundukları yerler temsilî olarak gösterilmiştir.)*

OKUMA PARÇASI

Cinsiyet Belirleyici Genler 180 Milyon Yaşında

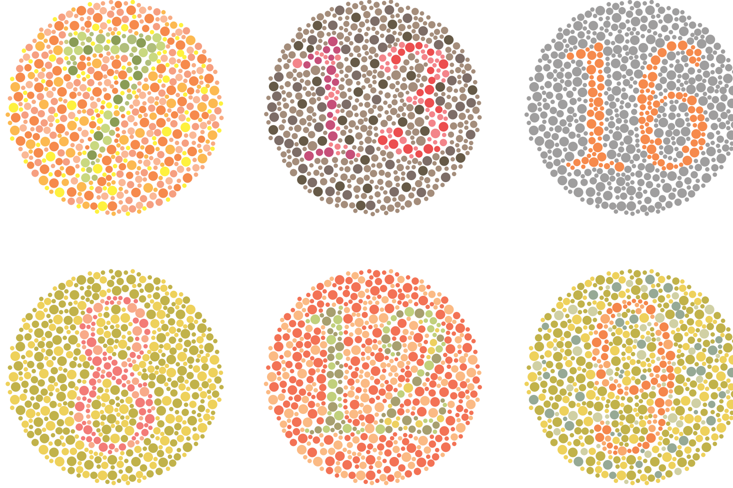
Erkekleri dişilerden genetik düzeyde ayırt eden Y kromozomunun ilk defa yaklaşık 180 milyon yıl önce oluştuğu belirtildi. İnsanlarda ve diğer memelilerde cinsiyetteki farklılık genomdaki tek bir elemente bağlı olarak gelişiyor: Sadece erkeklerde bulunan Y kromozomu. Erkeklerdeki cinsiyet kromozomları XY iken dişilerde XX şeklinde beliriyor. Bu nedenle erkekler ve kadınlar arasındaki tüm morfolojik ve fizyolojik farklılıklardan Y kromozomu sorumlu. Fakat uzmanlar çok uzun zaman önce bu durumun böyle olmadığını vurguluyor. Milyonlarca yıl önce X ve Y kromozomlarının birbiriyle aynı olduğu ve zamanla Y kromozomunun X'ten farklılaşmaya başladığı söyleniyor. Öyle ki günümüzde X kromozomu 1.000'den fazla gen taşırken Y kromozomunda yaklaşık 20 tane gen bulunuyor. Peki, bu uzun süreçte Y kromozomu ne zaman günümüzdeki hâlini aldı, özellikle hangi genler korundu? Bu soruların cevabı İsveçli ve Avustralyalı bilim insanları tarafından araştırılıyor. Uzmanlar çalışmaları esnasında yaklaşık 4,3 milyar genetik dizilim elde etti. Tüm bu genetik veri üç büyük memeli sınıfından elde edildi. Örnekler plasentalı (insanlar, maymunlar, kemirgenler, filler), keseli (keseli sıçan, kanguru) ve yumurtlayan (ornitorenk, karınca yiyen, ...) memelilerden alındı. Bu üç memeli sınıfını temsil eden 15 farklı türden çok sayıda örnekle çalışıldı. Kontrol örneği olarak tavuk kullanıldı. Araştırmacılar bütün Y kromozomlarının gen dizilimlerini sıralamak yerine kestirme bir yol tercih etti. Erkek ve dişi doku örneklerinin genetik dizilimleri karşılaştırılarak her iki cinsiyetteki ortak dizilimler elendi ve sadece Y kromozomundaki belirleyici gen dizilimleri korundu. Böylece erkek cinsiyet kromozomunun en büyük gen atlası oluşturuldu. Bu çalışmanın gerçekleşmesi için yaklaşık 29.500 saat harcandığını belirten uzmanlar teknik bakımdan çok gelişmiş DNA dizilim aletleri ve biyolojik analiz programları kullanıldı. Araştırmanın sonuçları cinsiyet belirleyen birbirinden bağımsız iki ayrı gen olduğunu gösterdi. Bunlardan SRY olarak adlandırılan genin hem plasentalı hem de torbalı memelilerin ortak atalarında 180 milyon yıl önce şekillendiği, yumurtlayan memelilerin Y kromozomunun belirmesinden sorumlu olan AMHY geninin ise yaklaşık 175 milyon yıl önce oluştuğu tahmin ediliyor. Her iki genin de testislerin gelişmesinde rol aldığı, ancak zaman içinde tamamen birbirlerinden bağımsız bir şekilde farklılaştığı belirtiliyor. (...) 180 milyon yıl önce henüz farklılaşmış bir Y kromozomu ortada yokken memelilerin ortak atalarındaki cinsiyet belirleyen sistemin nasıl çalıştığı, bir bireyin dişi mi yoksa erkek mi olacağını ne tür etkenlerin tetiklediği henüz bilinmiyor. Bilinmeyen başka cinsiyet kromozomları ya da sıcaklık gibi çevresel etmenler etkili olmuş olabilir ki günümüzde sıcaklığın timsahlarda cinsiyet belirleyici bir etken olduğu biliniyor. Memeliler için bu durum hâlâ gizemini koruyor ve araştırmalar devam ediyor.

Bilim ve Teknik, (2014, Mayıs), Sayı 558, s. 7.
(Kısaltılmıştır.)

2.1.6.1. Kısmi Renk Körlüğü

Renklerin veya renklerin arasındaki farkların algılanamadığı görme bozukluğuna **renk körlüğü** denir. Renk körü olan insanlar bir klinikte test edilmedikçe durumlarının farkında bile olmayabilirler.

Kırmızı-yeşil renk körlüğü en yaygın renk körlüğü tipidir, onu mavi-sarı renk körlüğü izlemektedir. Renkli görme eksikliği olan tam renk körlüğü ise çok nadir görülür.



Görsel 2.15: *Renk körlüğü testi*

Görsel 2.15'te görülen "İshihara Testi" olarak adlandırılan ve renk körlüğünün ayırt edilmesinde kullanılan test kartı örneğidir. Bu test kartında normal renk görüşüne sahip kişiler her bir yuvarlakta yer alan sayıları okuyabilirken renk körlüğü bulunan kişiler sayıların tamamını göremeyebilirler. Bu kişiler normal görüş sağlamak ve bu sayıları tamamen görebilmek için özel üretilen gözlükler kullanabilirler ***(Görsel 2.16)***.



Görsel 2.16: *Renk körü kişiler özel gözlük kullanarak normal renk görüşüne sahip olabilirler.*

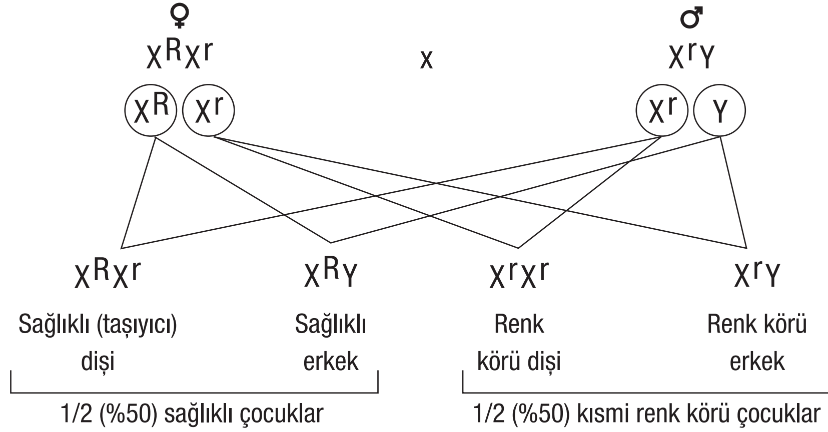
Kalıtsal bir hastalık olan kısmi renk körlüğünden sorumlu olan genler X kromozomunun Y kromozomu ile homolog olmayan kısmı üzerindedir ve çekinik olarak kalıtılır. X'e bağlı genlerle kalıtılan özellikleri kontrol eden alelleri göstermek için bu kromozom üzerinde bu aleli simgeleyen harf yazılır. Baskın alel büyük harfle, çekinik alel küçük harfle gösterilir. Erkekler yalnızca bir X kromozomuna sahipken dişiler iki X kromozomuna sahiptir. Dişilerde X kromozomlarının yalnızca birinde baskın alel bulunması diğerini baskılayarak kısmi renk körlüğünün oluşmasını engeller. Erkeklerde ise sadece tek bir çekinik alel bulunacağından renk körü olma ihtimalleri daha yüksektir ***(Tablo 2.4)***.

Tablo 2.4: *Dişi ve erkeklerde renk körlüğü genotipi ve fenotipi (r: renk körlüğü aleli, R: sağlıklı alel)*

Dişi		Erkek	
Genotip	**Fenotip**	**Genotip**	**Fenotip**
X^RX^R	Sağlıklı dişi	X^RY	Sağlıklı erkek
X^RX^r	Sağlıklı (taşıyıcı) dişi	-	-
$X^r X^r$	Renk körü dişi	X^rY	Renk körü erkek

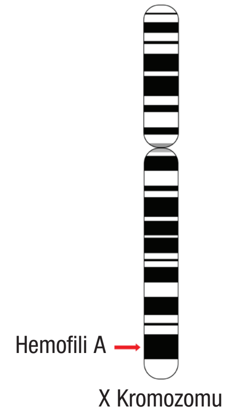
Örnek: Kısmi renk körlüğü bakımından taşıyıcı bir anne ile renk körü olan babanın çocuklarının kısmi renk körü olma olasılığını hesaplayınız.

Çözüm:



2.1.6.2. Hemofili

İnsan vücudunda herhangi bir sebeple damar dokusunun hasar görmesi sonucu kanama oluşur. Oluşan bu kanamanın durdurulabilmesi için kanın pıhtılaşması gerekir. Kan pıhtılaşması sırasında birçok maddenin yanında bazı pıhtılaşma faktörleri kullanılır. Bu pıhtılaşma faktörlerinin üretimini yöneten aleller X kromozomu üzerinde bulunur. X kromozomu üzerinde bulunan bu aleller faktörlerin üretimini sağlayamazsa veya yetersiz üretimine sebep olursa hasar gören damarda pıhtılaşma gerçekleşmeyeceği için kanama durmaz. Kanın pıhtılaşmadığı bu genetik hastalığa **hemofili** adı verilir. Hemofili, X kromozomunun Y kromozomu ile homolog olmayan kısmı üzerinde bulunan ve çekinik olarak kalıtılan bir alelle ifade edilir ***(Görsel 2.16)***. Erkeklerde tek bir X kromozomu bulunduğundan tek bir çekinik alel hemofilinin ortaya çıkması için yeterlidir. Ancak kadınların iki tane X kromozomu bulunduğundan hastalığın oluşması için iki çekinik aleli de taşımaları gerekir ***(Tablo 2.5)***. Taşıdıkları X kromozomlarından birinde baskın diğerinde çekinik alel olması durumunda ise taşıyıcı olarak adlandırılırlar.



Görsel 2.16: *Hemofili A geni X kromozomunun homolog olmayan bölgesinde yer alır.*

Tablo 2.5: *Dişi ve erkeklerde hemofili genotipi ve fenotipi (h: hemofili aleli, H: sağlıklı alel)*

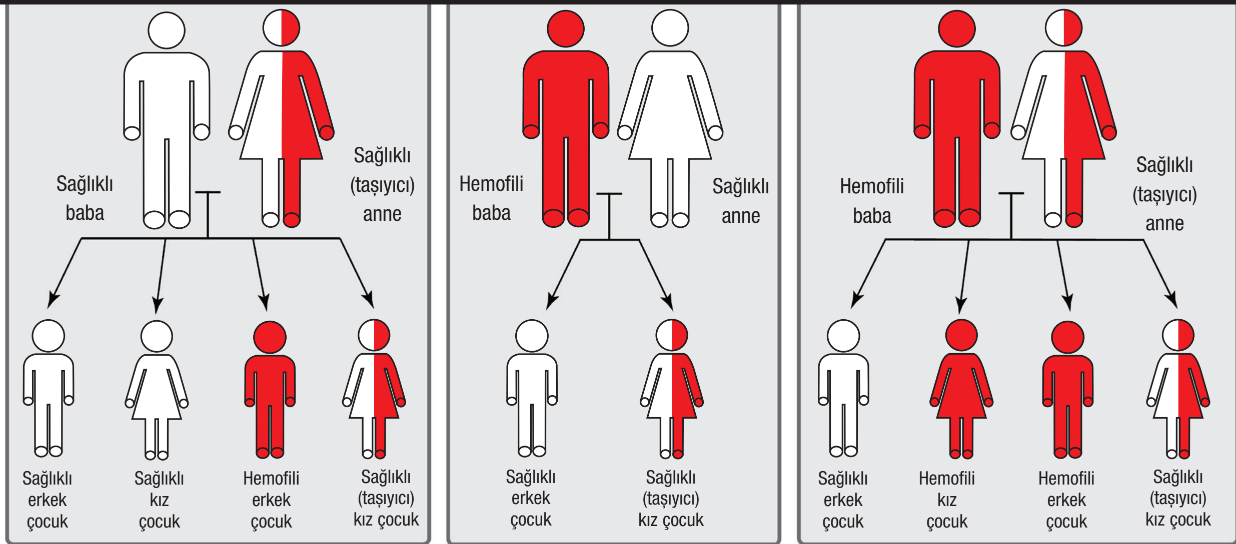
Dişi		Erkek	
Genotip	**Fenotip**	**Genotip**	**Fenotip**
X^HX^H	Sağlıklı dişi	X^HY	Sağlıklı erkek
X^HX^h	Sağlıklı (taşıyıcı) dişi	-	-
$X^h X^h$	Hemofili dişi	X^hY	Hemofili erkek

Bilgi Kutusu

Dünyanın çeşitli ülkelerinde 17 Nisan "Dünya Hemofili Günü" olarak kabul edilmiştir.

Görsel 2.17'de 3 farklı ailede hemofilinin kalıtımını görmektesiniz.

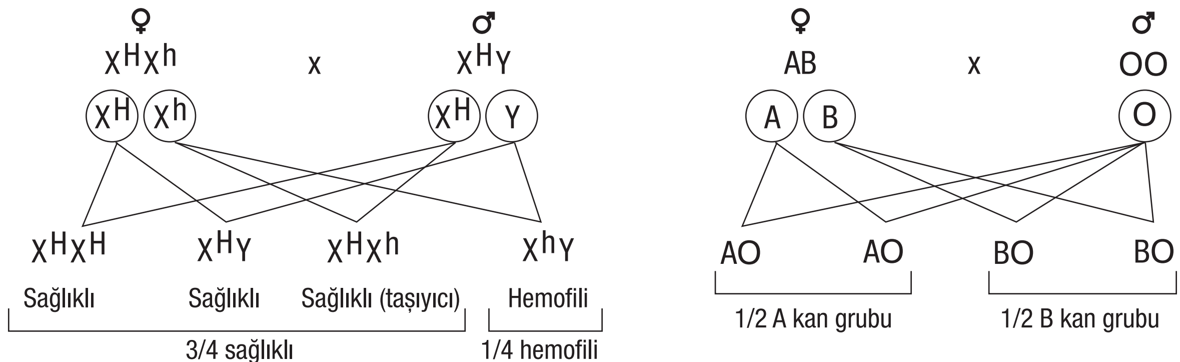
- 1. ailede taşıyıcı anne ile sağlıklı babanın doğacak kız çocuklarının %50 sağlıklı, %50 taşıyıcı olma olasılığı; erkek çocuklarının %50 sağlıklı, %50 hemofili olma olasılığı vardır.
- 2. ailede sağlıklı anne ile hemofili babanın doğacak kız çocuklarının tamamının taşıyıcı, erkek çocuklarının tamamının sağlıklı olma olasılığı vardır.
- 3. ailede taşıyıcı anne ile hemofili babanın doğacak kız çocuklarının %50 hemofili, %50 taşıyıcı olma olasılığı; erkek çocuklarının %50 sağlıklı, %50 hemofili olma olasılığı vardır.



***Görsel 2.17:** Hemofili kalıtımı*

Örnek: Hemofili taşıyıcısı AB kan gruplu bir anne ile hemofili olmayan O kan gruplu babadan hemofili A kan gruplu çocuklarının olma olasılığını hesaplayınız.

Çözüm: İki ayrı bağımsız özelliğin aynı anda ortaya çıkma olasılığı, bunların ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımını eşittir.



Hemofili A kan gruplu çocuklarının olma olasılığı 1/4 x 1/2 = 1/8'dir.

2.1.7. SOYAĞACI ANALİZİ

Punnett kareleri, ebeveynlerden çocuğa belirli özelliklerin nasıl aktarıldığını göstermek için yararlıdır ancak nesiller boyunca özelliklerin nasıl aktarıldığını göstermede yetersiz kalır. Soyağaçları, kalıtsal bir özelliğin bir ailenin farklı nesilleri boyunca nasıl miras alınacağını gösterir. Bireylerin anne babaları dikkate alınarak hazırlanan soyağacında kullanılan simgeler evrenseldir.

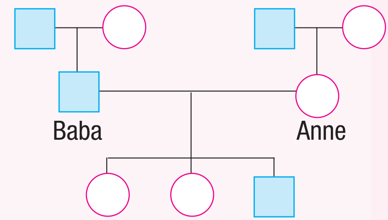
Görsel 2.18'de gösterilen simgeler soyağacının yorumlanmasını kolaylaştırır.

Dişi	Erkek	Bilinmeyen cinsiyet	Özelliği fenotipte gösteren bireyler
Heterozigot taşıyıcı bireyler	Genetik hastalığın ilk teşhis edildiği bireyler	Hayatını kaybeden bireyler	
Ebeveynler (Akrabalık yok)	Ebeveynler (Akrabalık var)		
1 2 3 4 Doğum sırasına göre çocuklar			
Çift yumurta ikizi çocuklar			
Tek yumurta ikizi çocuklar			

Görsel 2.18: *Soyağacı analizinde kullanılan evrensel simgeler*

Soyağacı analiz edildiğinde kalıtsal bir özelliğin veya kalıtsal bir hastalığın soyağacındaki bireylerde görülme olasılığını, soyağacında yer alan bireylerin bir kalıtsal özellik bakımından taşıyıcı olma olasılığını, genotip veya fenotip oranlarını hesaplayabiliriz. Bu sayede çocuk sahibi olmak isteyen çiftlerin soyağacı analizleri yapılarak doğacak çocuklarında kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma riskini öğrenmeleri mümkündür.

ETKİNLİK 2.1 Soyağacı Oluşturalım

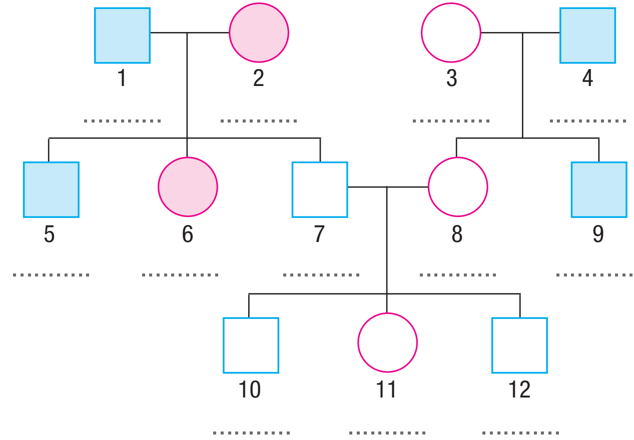


- Ailenizde bulunan bireylerin kan gruplarının fenotiplerini öğrenerek kendi ailenizle ilgili bir soyağacı oluşturunuz (Kendi kan grubunuzu bilmiyorsanız herhangi bir sağlık kuruluşuna gidip test yaptırarak öğrenebilirsiniz.).
- Oluşturduğunuz soyağacına göre aile bireylerinin ve soyağacında yer alan diğer bireylerin genotiplerini belirleyiniz.
- Genotiplerini belirleyemediğiniz bireylerin ise kan grubu genotip olasılıklarını hesaplayarak soyağacınızı hazırlayınız (Soyağacınızı hazırlarken yukarıdaki örnekten faydalanabilirsiniz.).

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

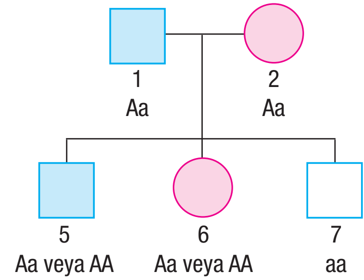
- Kan grubunuza göre ailenizde bulunan bireylerden heterozigot olanlar ile homozigot olanların oranını bulunuz.
- Soyağacınızda en çok bulunan kan grubu hangisidir? Sizce bunun nedeni ne olabilir?
- Kardeşlerinizle aynı kan grubuna sahip değilseniz bunun nedenini kısaca açıklayınız.

Örnek: Yandaki soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler, otozomal baskın bir karakteri fenotiplerinde göstermektedir. Bu karakterle ilgili olarak soyağacında yer alan bireylerin genotiplerini yazınız.

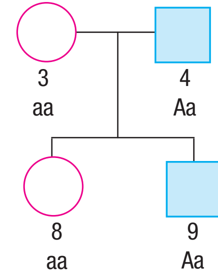


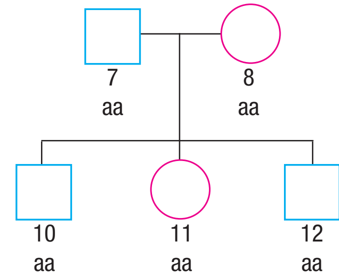
Çözüm

1 ve 2 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde gösterdiklerinden genotipleri Aa veya AA olmalıdır. Bu bireylerin genotiplerini kesin olarak belirleyebilmek için iki bireyin çocukları olan 5, 6 ve 7 numaralı bireylerin genotiplerine bakmamız gerekir. 5 ve 6 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde gösterdiklerinden genotipleri Aa veya AA olabilir ancak 7. birey bu özelliği fenotipinde göstermediğinden genotipi mutlaka aa olmalıdır. 7 numaralı birey çekinik olan genlerin birini annesinden diğerini babasından almak zorunda olduğundan 1 ve 2 numaralı bireylerde mutlaka çekinik bir gen bulunması gerektiği sonucu çıkar. Sonuç olarak 1 ve 2 numaralı bireyler kesinlikle Aa; 5 ve 6 numaralı bireyler %50 olasılıkla Aa, %50 olasılıkla AA; 7 numaralı birey ise kesinlikle aa genotipindedir.



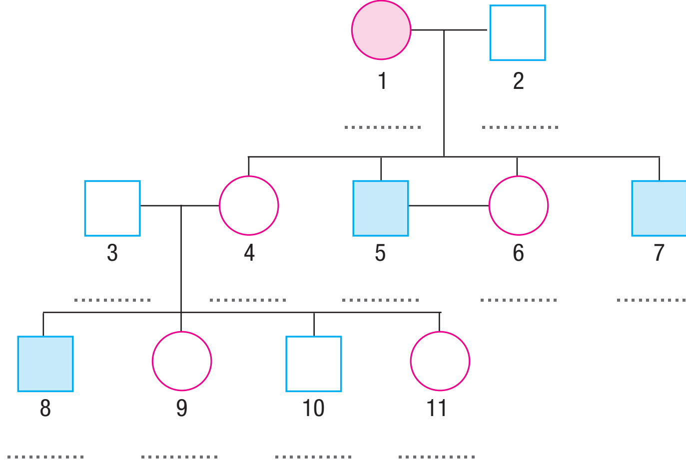
3 ve 4 numaralı bireylerden 3 numaralı birey bu karakteri fenotipinde göstermediğinden kesinlikle "aa" genotipindedir. 4 numaralı bireyin genotipinde baskın alelin yanında baskın mı yoksa çekinik alel mi bulunduğunu belirleyebilmek için bu iki bireyin çocukları olan 8 ve 9 numaralı bireylerin genotiplerine bakmamız gerekir. 8 numaralı birey bu karakteri fenotipinde göstermediğinden kesinlikle aa genotipindedir. 9 numaralı birey ise bu özelliği fenotipinde göstermektedir. Ancak bu bireyin annesinden (3 numaralı birey) alabileceği alel sadece "a" olacağından baskın olan aleli babasından almak zorundadır. Dolayısıyla 4 ve 9 numaralı bireylerin genotipi kesinlikle Aa olmalıdır.





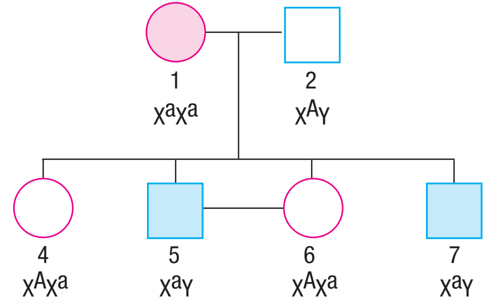
7 ve 8 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde göstermediklerinden her ikisi de homozigot çekinik (aa) genotiptedir. Bu iki bireyin çocukları olan 10, 11 ve 12 numaralı bireyler anne ve babalarından sadece "a" alelini alabileceklerinden tamamı "aa" genotipindedir.

Örnek: Aşağıdaki soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler X kromozomu üzerinde çekinik olarak kalıtılan bir karakteri fenotiplerinde göstermektedir. Bu karakterle ilgili olarak soyağacında yer alan bireylerin genotiplerini yazınız.

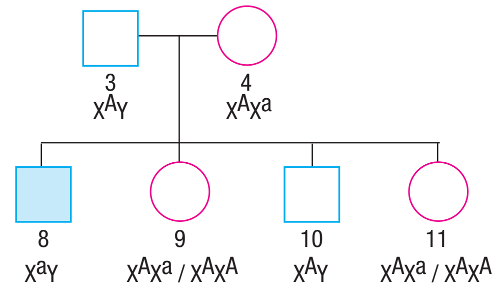


Çözüm

1 numaralı birey iki X kromozomu taşır. Bu nedenle bu karakteri fenotipinde gösterebilmesi için iki alelin de çekinik olması gerekir. 1 numaralı bireyin genotipi X^aX^a dır. 2 numaralı birey erkek olduğundan tek X kromozomu bulundurur. Bu karakter çekinik olarak kalıtıldığından 2 numaralı bireyin genotipi X^AY'dir.



1 ve 2 numaralı bireylerin çocuklarında mutlaka X^a aleli bulunacaktır. Çünkü annenin genotipinde başka bir alternatif bulunmamaktadır. Bu nedenle tek X kromozomu taşıyan ve bu X kromozomunu anneden alan 5 ve 7 numaralı erkek bireylerin genotipleri X^aY'dir. 4 ve 6 numaralı dişi bireylerin annelerinden aldıkları X^a aleli yanında babalarından aldıkları X^A aleli bulunur. Bu nedenle 4 ve 6 numaralı bireylerin genotipi X^AX^a olur.



3 numaralı birey bu karakteri fenotipinde göstermediğinden ve tek X kromozomu taşıdığından genotipi X^AY'dir. 3 ve 4 numaralı bireylerin çocuklarından 8 numaralı bireyin genotipi anneden X^a aleli geldiğinden X^aY olur. 9 ve 11 numaralı bireyler babadan kesinlikle X^A aleli alırlar ancak anneden her iki alelin de gelme olasılığı vardır. Bu nedenle 9 ve 11 numaralı bireylerin genotipleri %50 olasılıkla X^AX^a, %50 olasılıkla X^AX^A olur. 10 numaralı bireyin fenotipinde bu karakter görülmediğinden anneden X^A alelini alır ve genotipi X^AY olur.

ETKİNLİK 2.2

Sınıfta 5 kişilik gruplar oluşturunuz. Aşağıda verilen kavramlarla bir kavram haritası yapınız. Kavram haritalarınızı karşılaştırarak farklılıkları belirleyiniz.

alel	biyolojik çeşitlilik	dihibrit	dominant	eş baskınlık	eşeye bağlı kalıtım	fenotip
gen	genotip	gonozom	hemofili	heterozigot	homozigot	monohibrit
otozom	punnett karesi	renk körlüğü	resesif	soyağacı		

2.1.8. AKRABA EVLİLİĞİ VE KALITSAL HASTALIKLAR

Anne veya baba soyları fark etmeksizin aralarında kan bağı olan kişilerin evlenmesi durumuna **akraba evliliği** adı verilir. Akraba evlilikleri yakınlık derecesine göre iki ayrı kademede değerlendirilmektedir. 1. derece akraba evlilikleri teyze, dayı, amca ve hala çocukları (kuzenler) arasında yapılan evliliklerdir. 2. derece akraba evlilikleri ise kardeş torunları arasındaki evliliklerdir.

Bitkilerde ve hayvanlarda istenmeyen karakterlerin geri çaprazlama yoluyla ortadan kaldırılmasının çok uzun zaman alması bir dezavantajdır. Evlenme istatistikleri sonuçlarına göre 2010 yılında gerçekleşen resmî evliliklerin %5,9'unun akraba evliliği olduğu ve bu oranın sonraki yıllarda sürekli düşüş göstererek 2016 yılında %4,6, 2021 yılında ise %4 olduğu görülmüştür.

Akraba evliliği sonucu doğacak çocuklarda kalıtsal hastalık görülme olasılığı, ailesinde kalıtsal hastalık bulunmayan ve akraba dışı evliliklerden doğacak çocuklara göre çok daha yüksektir.

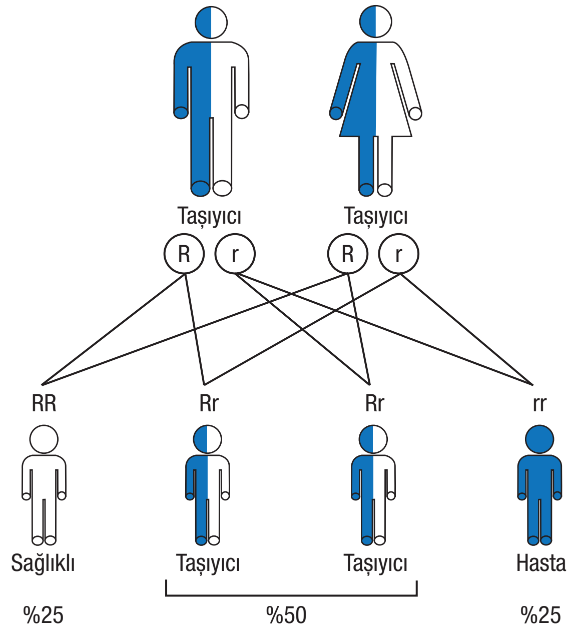
Araştırınız-Tartışınız

Mitokondriyal DNA (mtDNA) kalıtımını araştırarak sınıfta tartışınız.

Akraba evliliği, kişilerde bulunan ve fenotipte etkisini göstermeyen çekinik alellerle kalıtılan hastalıkların bir araya gelme olasılığını artırdığından genetik hastalıkların görülmesine yol açabilir. Her insan hiçbir hastalık belirtisi göstermeksizin resesif alelleri taşıyabilir ve bunları nesiller boyu sağlıklı çocuklarına aktarabilir. Kalıtsal hastalıkların çoğu çekinik genlerle taşınır. Zekâ geriliği, sağırlık, dilsizlik, albinoluk, anemi, şeker hastalığı, altı parmaklılık, kısa parmaklılık, renk körlüğü, hemofili bu hastalıklara örnek olarak verilebilir. Çekinik alellerle taşınan bu hastalıkların ortaya çıkması için iki hastalık geninin yan yana gelmesi yani homozigot durumda olması gerekir. İki hastalık alelinin yan yana gelmesi için de anne ve babada bu hastalık genlerinin bulunması gerekir. Hasta bir çocuğu veya yakını olmayan kişilerde taşıyıcılık tayini çoğu kez mümkün değildir. Çocukta resesif kalıtım şekli gösteren bir hastalığın ortaya çıkması için hem annenin hem babanın kendileri sağlıklı olmalarına karşın aynı aleli taşımaları gerekir. Dolayısıyla akraba evlilikleri aynı gen yapısına sahip olan ailede çekinik alellerin birbirleriyle karşılaşma olasılığını artıracaktır.

Topluma oranla, kişilerin aynı hastalık için aynı resesif aleli taşıma olasılığının ortak atadan gelen akrabalar arasında yüksek olması doğaldır.

Bu durumu bir örnekle açıklamak gerekirse 1. derece akraba evliliği yapmış "sağlıklı" bir çiftin ancak genetik yönden hasta olan çocukları dünyaya geldiğinde bu hastalık için taşıyıcı olduklarını bilebiliriz. Böyle bir durumda bundan sonra doğacak her çocuk için hasta olma riski kaçıncı çocuk olursa olsun çok yüksektir (%25) ***(Görsel 2.19)***.



Görsel 2.19: *Akraba evliliğinde genetik hastalık riski*

Akraba evliliği sonucu ortaya çıkan kalıtsal hastalıklar genelde metabolizma hastalıklarıdır ve sayıları oldukça fazladır. Anne karnındaki fetüsü bu hastalıkların tümü için incelemek bugün dünyanın hiçbir yerinde olası değildir. Ancak ailede tanısı bilinen bir kalıtsal hastalıktan söz ediliyorsa veya çiftin hasta bir çocukları var ise anne karnındaki bebek bu hastalık açısından incelenebilir.

Akraba evliliği yapmış olan çiftlere öneriler:

- Türkiye'de en sık görülen hastalıklardan biri olan Akdeniz anemisi için eşlerden birinde taşıyıcılık testi yapılmalıdır.
- Gebelik US (ultrasonografi) ve üçlü test ile izlenmelidir ***(Görsel 2.20)***.
- Yenidoğan döneminde tarama testleri (fenilketonüri, galaktozemi, biotinidaz ve hipotiroidi için) yapılmalıdır hatta Tandem MS (Tandem mass spectrometry=Tandem kütle spektrometresi) yöntemiyle genişletilmiş metabolik tarama testi yapılarak 30'dan fazla hastalık da taranabilir.
- Bebek doğduktan sonra gelişimsel yönden değerlendirilmeli ve ikinci bir gebelik için en az 3-4 yıl beklenmelidir.



Görsel 2.20: *Gebelik çeşitli tekniklerle hekim tarafından takip edilmesi gereken bir süreçtir.*

2.1.9. GENETİK VARYASYONLAR

Bir popülasyonda tür içerisinde ya da popülasyonlar arasında gözlemlenen farklılıklara **varyasyon** denir. Örneğin sınıf arkadaşlarınızın saç renkleri bu karakterin varyasyonlarıdır. Varyasyonların bir kısmı çevre etkisi ile oluşurken bir kısmı da genetik temele dayanır. Çevre etkisi ile oluşan varyasyonlar sadece oluştuğu bireyi etkiler bu nedenle genetiğin ilgi alanına girmez. Örneğin güneşlenen bir kişinin ten renginin normal rengine oranla koyulaşması çevresel etki ile ortaya çıkar ve nesillere aktarılmaz.

Genetik varyasyonlar; üreme hücrelerinin mayoz ile oluşturulması sırasında homolog kromozomların rastgele dağılması, krossing over, sonrasında oluşan gametlerin rastgele döllenmesi, viral enfeksiyonlar, mutasyon, X ve UV ışınları gibi sebeplerle ortaya çıkar. Bu genetik varyasyonlar, doğal seçilimin

ham maddesi olarak kabul edilir ***(Görsel 2.21)***. **Mutasyon**, bir genin dizilimlerinde meydana gelen değişimlerdir. Mutasyonlar kromozomun yapısında olabileceği gibi kromozom sayısında da değişikliklere neden olabilir. Mutasyona neden olan fiziksel ve kimyasal etkenlere ise **mutajen** adı verilir. Radyoaktif maddeler, mor ötesi ışınlar, bazı toksik kimyasal maddeler ve virüsler mutajen olarak kabul edilir.



Görsel 2.21: *Tür içerisinde çeşitlilik*

Vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar sadece bireyi etkilerken eşey hücrelerdeki mutasyonlar gelecek nesillere aktarılır. Mutasyonların çok az bir kısmı canlının çevreye adaptasyonunu güçlendirerek yaşama şansını arttırır. Bu durum çok az görülse de biyolojik çeşitliliğe katkıda bulunmuş olur. Çoğu mutasyon ise ölümcül etkiye sahiptir.

Popülasyon içindeki bireyler arasında var olan bir genetik varyasyon, çeşitli düzeylerde kendini gösterebilir. Genetik varyasyonlar hem fenotipik varyasyonlara hem de nicel özelliklere bakılarak tespit edilebilir.

Bilgi Kutusu

Mutasyon canlının vücut hücrelerinde meydana gelirse sadece kendini etkiler. Ancak üreme hücrelerinde yani gametlerde meydana gelen mutasyonlar canlının yavrularına aktarılır.

OKUMA PARÇASI

İkizleri Genetik Olarak Ayırt Etmenin Artık Kolayı Var

Standart DNA analizleri suçluların nokta atışıyla tespit edilmesine olanak sağlayabiliyor. Ancak şüpheli kişinin tek yumurta ikizi varsa gerçek suçlunun bulunmasında standart DNA analizi yetersiz kalıyor. Şimdiye kadar dünyanın çeşitli yerlerinde polisin suçluyu bu nedenle belirleyemediği olaylar oldu. Standart DNA analizlerinde DNA'nın özellikle yüksek çeşitlilik gösterdiği bazı bölgelerindeki baz dizilimleri karşılaştırılıyor. Ancak tek yumurta ikizlerinde bu strateji işe yaramıyor. Çünkü tek yumurta ikizlerinin DNA dizilimleri birbirinin neredeyse tamamen aynısı oluyor. Bu durumlarda ikizlerin tüm genom dizilimleri belirlenip mutasyon sonucu oluşabilecek küçük farklılıklara bakılıyor ancak bu pahalı ve zaman alan bir yöntem. İngiltere'deki Huddersfield (Hadırsfiıld) Üniversitesinden Graham Williams (Grehım Vilyıms) ve ekibi, ikizlerin farklı yaşam tarzlarının sonucu olarak DNA'ları üzerinde oluşan değişiklikleri tespit edebildikleri yeni bir yöntem geliştirdi. Bu tür değişikliklerden biri metil grubu denen bir kimyasal grubunun DNA üzerinde bir gene bağlanarak o genin anlatımını yani o genin kodladığı proteinin üretimini değiştirmesi. Bu değişiklik çevresel etmenlere, yaşam tarzına ve hastalıklara bağlı olarak oluşabiliyor. Williams'ın ekibi ikizlerin ağız içinden epitel doku örnekleri alarak DNA'larını ayrıştırdı. Daha sonra DNA örneklerini DNA üzerinde metil grubunun bağlı olmadığı bölgelerdeki hidrojen bağı sayısını değiştiren bir kimyasal maddeye tabi tuttu. DNA'nın karşılıklı iki zinciri arasındaki hidrojen bağı sayısının değişmesinin DNA'nın eridiği yani iki zincirin birbirinden ayrıldığı sıcaklığı değiştirmesi bekleniyor. Araştırmacılar DNA örneklerini ısıttığında ikiz kardeşlerin DNA'larının farklı sıcaklıklarda eridiğini gözlemledi. Böylece ikizlerin bu yolla genetik açıdan ayırt edilebildiği anlaşılmış oldu. (...)

Bilim ve Teknik, (2015, Mayıs), Sayı 570, s. 8.
(Kısaltılmıştır.)


EK SORULAR

2. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda verilen ifadeleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise "D"yi, yanlış ise "Y"yi işaretleyiniz. Yanlış olan ifadelerin doğrusunu yanındaki kutucuğa yazınız.

		D	Y	DOĞRUSU
1.	Genlerin kromozom üzerinde bulundukları bölgeye sentromer denir.			
2.	Bir özelliğe etki eden gen sayısı kaç olursa olsun diploit bir canlıda bu genlerden iki alel bulunabilir.			
3.	Bir genin aleli tek başına bulunduğu durumda bile etkisini gösterebiliyorsa o genin aleli için resesif (çekinik) ifadesi kullanılır ve büyük harfle gösterilir.			
4.	Canlılarda genlerin ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkan görünür özelliklerin tümüne fenotip adı verilir.			
5.	Akraba evliliğinde anne soyundan gelen genler baba soyundan gelen genlerden daha çok etkilidir.			
6.	İki karakter bakımından heterozigot olan bireylere dihibrit adı verilir.			
7.	Eş baskınlıkta heterozigot bireyler her iki alelin karışımından oluşan bir ara fenotipe sahiptirler.			
8.	Testis gelişimine etki eden SRY (eşeyi belirleyen bölge) geni X kromozomu üzerinde yer almaktadır.			
9.	Mutasyonlar kromozomların yapısında veya sayısında meydana gelebilir.			
10.	Fenotipte çekinik karakterin genotipini belirlemek için yapılan çaprazlamaya kontrol çaprazlaması denir.			

B. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları doğru verilen ifadelerle tamamlayınız.

kontrol çaprazlaması	karakter	A	monohibrit	B	monohibrit
erkek	eşey kromozomu (gonozom)	hemofili	genotip	lokus	
punnett karesi	alel	monohibrit	renk körlüğü	özellik	O

1. Canlılarda kalıtılabilir özelliklerin her biri .... olarak adlandırılır. Her bir karakterin farklı tipine ise .... adı verilir.
2. Bir karakter bakımından heterozigot özellik gösteren bireylere ...., bu bireylerin kendi kendilerine çaprazlanmasına da .... çaprazlama denir.
3. Çaprazlamalarda bireylerin meydana getireceği gametlerin oluşturabileceği olasılıkları daha kolay görmek için .... kullanılır.
4. Bireyin eşeyinin (cinsiyetinin) belirlenmesini sağlayan kromozomlara .... adı verilir.
5. X kromozomunun Y kromozomunda karşılığı olmayan bölgesinde .... ve .... gibi karakterlere ait genler yer alır.
6. Genotipi bilinmeyen baskın fenotipli bireylerin genotipini bulmak amacıyla yapılan çaprazlamaya ... . denir.
7. Homolog kromozom çiftleri üzerinde bulunan ve bir karakterin ortaya çıkmasını sağlayan karşılıklı DNA bölgelerine .... adı verilir.
8. İnsanlarda sadece Y kromozomunda bulunan genlerin etkisi .... bireylerde görülebilir.
9. İnsanlarda dört farklı kan grubunun oluşmasını kontrol eden genler ...., ... ve .... genleridir.
10. Bir canlının bir karakter açısından bulundurduğu genetik bilgiye .... adı verilir.

C. Aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

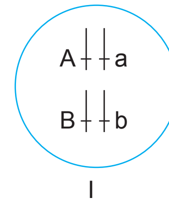
1. Baskın ya da çekinik fenotipteki canlılardan hangisinin genotipi kesin olarak belirlenebilir?

....

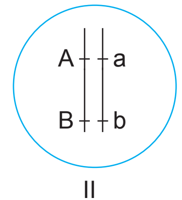
....

....

2. Yanda verilen I. hücrede A ve B genleri birbirinden bağımsız kalıtılırken II. hücrede A ve B genleri birbirine bağlı olarak kalıtılmaktadır. Buna göre bu iki hücrenin oluşturabileceği gamet çeşitlerini ve sayılarını yazınız. Neden birbirlerinden farklı gametler oluşturduklarını belirtiniz.



I



II

....

....

3. Bir ailenin doğacak çocuklarından ikisinin erkek olma olasılığı nedir?

....

....

4. Mendel'in Ayrılma İlkesi'ni bir örnekle yazınız.

....

....

....

5. Mendel'in çalışmalarında bezelye bitkisini kullanması hangi avantajları beraberinde getirmiştir?

....

....

....

6. Dd X Dd şeklinde yapılan çaprazlamada oluşacak 1.000 bireyden yaklaşık kaç tanesi heterozigot genotipte olur?

....

....

....

7. AaBb X AaBb şeklinde yapılan çaprazlamada ab fenotipinde bireylerin oluşma olasılığı nedir? (Genler bağımsızdır.)

....

....

....

8. AabbCCDdEeFf genotipine sahip bir bireyin oluşturabileceği gamet çeşitlerini, çatallandırma yöntemini kullanarak gösteriniz.

....

....

....

....

....

....

....

....

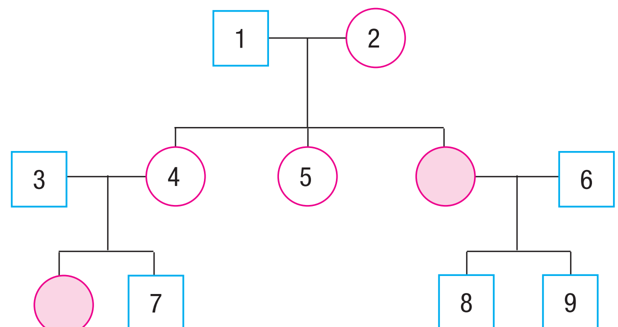
9. Yandaki soyağacında otozomal çekinik bir karakteri fenotipinde gösteren bireyler renkli olarak gösterilmiştir. Buna göre numaralandırılmış bireylerin genotiplerini yazınız.

....

....

....

....



Ç. Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. Bir karakter açısından homozigot genotipli bir birey ile ilgili olarak

I. alelleri birbirinin aynısıdır.

II. baskın fenotiplidir.

III. tek çeşit gamet oluşturabilir.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

2. I. Baskınlık-çekiniklik durumu

II. Bağlı gen kavramı

III. Eşeyli üreyen diploit bireylerin oluşturacağı her bir gamet, her gen için sadece bir alel taşır.

Yukarıda verilen ifadelerden hangileri Mendel tarafından keşfedilmemiştir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

3. Aşağıda verilen çaprazlamaların hangisinde çekinik özelliği fenotipinde gösteren yavru olma olasılığı vardır?

A) AaBb X AaBb B) Tthh X TTHh C) DDEe X Ddee D) FFgg X ffGG E) HhGG X hhgg

4. ♀AabbCcDd X AaBBccDD♂ çaprazlamasında ABCD fenotipinde bir erkek bireyin oluşma olasılığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 3/8 B) 1/2 C) 3/16 D) 3/4 E) 1

5. DDeeFfGgHh genotipine sahip bir bireyin normal şartlarda aşağıdaki gametlerden hangisini oluşturması beklenemez?

A) Defgh B) deFGH C) DeFgh D) DeFgH E) DefGh

6. İnsanlarda X kromozomunda çekinik olarak kalıtılan bir özellikle ilgili olarak,

I. Erkeklerde görülme olasılığı daha azdır.

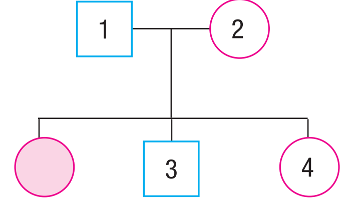
II. Dişiler üç farklı genotipte olabilir.

III. Dişilerde ancak homozigot durumda ortaya çıkar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

7. Yandaki soyağacında bir karakteri fenotipinde gösteren bireyler renkli gösterilmiştir.



Bu karakter ile ilgili,

I. Baskın olarak kalıtılır.

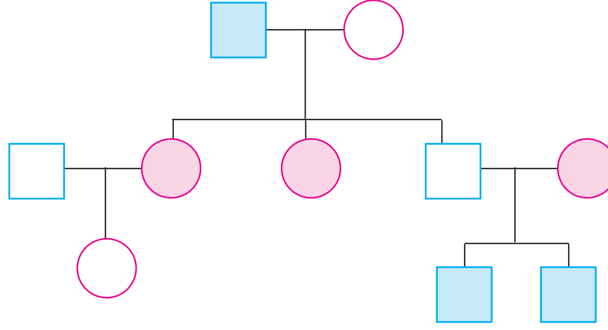
II. 3 numaralı bireyin homozigot olma olasılığı 1/2'dir.

III. 1 ve 2 numaralı bireyler baskın fenotiplidir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

8.



Yukarıdaki soyağacında X kromozomunda bulunan genle aktarılan bir özelliği gösteren bireyler renkli gösterilmiştir. Bu özellikle ilgili olarak

I. Çekinik bir alelle kalıtılır.

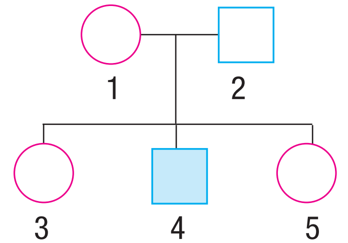
II. Baskın bir alelle kalıtılır.

III. Otozomlarda taşınan bir alelle ifade edilir.

yargılarından hangilerinin doğru olma ihtimali vardır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

9. Yandaki soyağacında bir aileye ait renk körlüğü ile ilgili fenotip özellikler verilmiştir.



Renkli olarak gösterilen bireyin renk körü olduğu bilindiğine göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır? (Renk körlüğü X kromozomunda bulunan çekinik bir alel ile kalıtılır.)

A) 1. birey renk körlüğü bakımından X^RX^R genotipindedir.

B) 2. birey renk körlüğü bakımından X^RY genotipindedir.

C) 3. birey renk körlüğü bakımından heterozigot genotipte olabilir.

D) 4. birey renk körlüğü genini annesinden almıştır.

E) 5. birey renk körlüğü bakımından X^RX^r genotipinde olabilir.

10. • Erkek çocuklarında görülüyorsa baba da bu karakteri fenotipinde gösterir.

• Annenin fenotipinde görülmediği gibi kız çocukların fenotipinde de görülmez.

• Erkek çocuklar bu karakteri babadan alırlar.

Bir karaktere ait yukarıda verilen bilgilere göre bu karakterin kalıtımı aşağıdakilerden hangisi ile açıklanabilir?

A) X'e bağlı çekinik alelle taşınması

B) X'e bağlı baskın alelle taşınması

C) Y'ye bağlı baskın veya çekinik alelle taşınması

D) İkiden fazla alelle taşınması

E) Eş baskın alelle taşınması

11. Anne ve babadan gelen homolog kromozomlar üzerinde bulunan ve bir karakter üzerine etki eden gen çifti aşağıdakilerden hangisidir?

A) Alel B) Baskın alel C) DNA

D) Fenotip E) Genotip

12. Aşağıdakilerden hangisi Mendel'in kalıtım ilkelerinden <u>değildir</u>?

A) Genlerden biri diğerine baskındır.

B) Bir karaktere ait genler gametlere bağımsız olarak dağılır.

C) Birden fazla karaktere ait genlerin gametlere dağılımı birbirinden bağımsızdır.

D) Bir gen birden fazla karakteri etkiler.

E) Bir karakteri anne ve babadan gelen iki gen belirler.

13. Fenotipinde baskın özellik gösteren ve genotipi bilinmeyen bir bireyin genotipini belirlemek için yapılan çaprazlamadır.

Yukarıda tanımı verilen ifade aşağıdakilerden hangisidir?

A) Monohibrit çaprazlama

B) Dihibrit çaprazlama

C) Kontrol çaprazlaması

D) Kendileştirme

E) Hibridizasyon

14. İki karakter bakımından heterozigot iki bireyin çaprazlanması sonucunda;

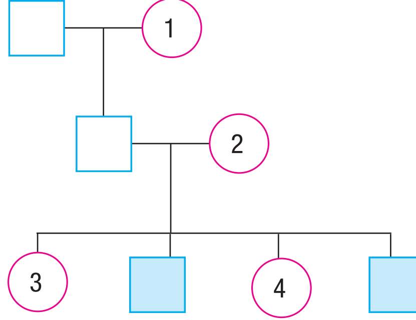
I. Oluşan fenotip çeşidi,

II. Oluşan genotip çeşidi

aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II
A)	3	2
B)	4	6
C)	2	4
D)	4	9
E)	4	4

15.



Yukarıdaki soyağacında hemofili olan bireyler renkli gösterilmiştir.

Buna göre numaralı bireylerden hangisinin genotipi kesin olarak belirlenebilir?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 3 ve 4

16. Alel çiftleri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi kesinlikle yanlıştır?

A) Homolog kromozomlar üzerinde bulunur.

B) Genlerden baskın olan fenotipte etkisini gösterir.

C) Heterozigot genotipte iken fenotipi çekinik alel belirler.

D) Homozigot baskın genotipte iken oluşturulacak gamet çekinik alel taşımaz.

E) Biri anneden, diğeri babadan alınır.

17. Mutasyonla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Etkisi nesilden nesile mutlaka aktarılır.

B) Kromozom yapısının değişimiyle oluşur.

C) Kromozom sayısının değişimiyle oluşur.

D) Yararlı ya da zararlı etki gösterebilir.

E) Çevresel nedenlerle oluşabilir.

18. Heterozigot A Rh+ anne ile heterozigot B Rh+ babanın ilk çocuklarının heterozigot A Rh- olduğu bilinmektedir.

Buna göre bu ailenin ikinci çocuğunun B Rh+ olma olasılığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1/8 B) 3/8 C) 1/16 D) 2/3 E) 3/16

19. Mor çiçekli uzun boylu bitkiler ile beyaz çiçekli kısa boylu bitkiler çaprazlandığında oluşan F_1 dölünün tamamının mor çiçekli ve uzun boylu olduğu görülmüştür.

Bu açıklamaya göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Mor çiçek geni baskındır.

B) Kısa boyluluk geni çekiniktir.

C) F_1 dölü kendileştirildiğinde oluşan F_2 dölünün genotip oranı 3:1 olur.

D) F_2 dölünün fenotip oranı 9:3:3:1'dir.

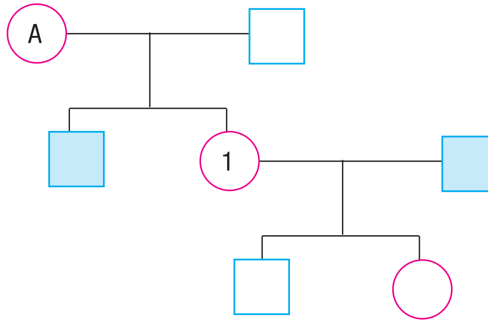
E) F_1 dölünün kendileştirilmesi dihibrit çaprazlamaya örnektir.

20. M kan gruplu anne ile N kan gruplu babanın çocuklarının tamamı MN kan grupludur.

Yukarıda belirtilen durum aşağıdaki kavramlardan hangisi ile ifade edilir?

A) Baskınlık B) Eş baskınlık C) Çekiniklik D) Çok alellilik E) Eşeye bağlı kalıtım

21.



Yukarıdaki soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler çekinik kan grubu fenotipi göstermektedir.
Buna göre 1 ile gösterilen bireyin B kan gruplu olma olasılığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1/2 B) 1/3 C) 3/4 D) 1/6 E) 1/8

22. Canlılarda gerçekleşen mutasyonlarla;

I. kromozom sayısı,

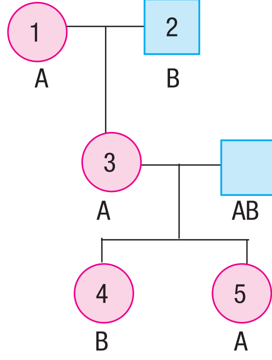
II. kromozom yapısı,

III. genotip

özelliklerinden hangileri değişebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

23.



Yukarıdaki soyağacında bireylerin kan grupları fenotipleri verilmiştir.

Buna göre aşağıdaki bireylerden hangisinin genotipi yanlış verilmiştir?

A) 1 numaralı bireyin genotipi kesinlikle AA'dır.

B) 2 numaralı bireyin genotipi BO'dır.

C) 3 numaralı bireyin genotipi AO'dır.

D) 4 numaralı bireyin genotipi BO'dır.

E) 5 numaralı bireyin genotipi AO'dır.

24. I. Hemofili

II. SRY (eşeyi belirleyen bölge)

III. Balık pulluluk

IV. Renk körlüğü

Yukarıda verilen hastalıklardan hangileri Y kromozomu üzerinde taşınan genlerle kalıtılır?

A) Yalnız I　　B) Yalnız II　　C) II ve III　　D) I ve III　　E) II ve IV

25. I. Parça değişimi (Krossing over)

II. Homolog kromozomların rastgele dağılması

III. Mutasyon

IV. Mitoz bölünme

Yukarıdakilerden hangileri canlılarda kalıtsal varyasyona yol açan faktörlerdendir?

A) I ve II　　B) I ve III　　C) II, III ve IV　　D) I, II ve III　　E) I, II, III ve IV



3. ÜNİTE



İŞLENİŞ



ÖZET

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Bu ünitede;

- Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkileri,
- Canlılardaki beslenme şekillerini,
- Ekosistemde yer alan madde ve enerji akışını,
- Madde döngüleri ile hayatın sürdürülebilirliği arasındaki bağlantıları,
- Güncel çevre sorunlarının sebeplerini ve olası sonuçlarını,
- Bireylerin çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolünü,
- Ülkemizde ve dünyada çevre kirliliğinin önlenmesi için yapılan çalışmaları,
- Doğal kaynakların sürdürülebilirliğini,
- Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini,
- Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik yapılan çalışmaları öğreneceksiniz.

Biyoloji disiplinleri içinde en heterojen olan ekolojidir. Bu ünitede yer alan konuları öğrendiğinizde günlük hayatınızın içinde olan canlılar ile cansız çevrelerine ve karşı karşıya olduğunuz güncel çevre sorunlarına ilişkin farkındalığınız artacaktır. Ayrıca ekosistemler ve çevre sorunları hakkında bilgi sahibi olmak adına yapacağınız bilimsel düşünme ve araştırma süreci; bilgi üretme, problem üzerinde düşünme ve problemi çözmeye dair bilimsel süreç becerilerinizin gelişimine katkıda bulunacaktır. Doğal çevreye ilişkin farkındalığınızın artması ile yapacağınız gözlemler; ekolojiyi anlama ve beraberinde küresel boyutlara ulaşmış çevre konularına ilişkin bilinçli kararlar verebilmenize, problem çözümlerinde bilimsel verileri kullanabilmenize de olumlu katkılarda bulunacaktır.

1. BÖLÜM

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ



Anahtar Kavramlar

Ayrıştırıcı
Besin ağı
Besin piramidi
Besin zinciri
Biyolojik birikim
Ekosistem
Enerji piramidi
Heterotrof
Holozoik
Madde döngüsü
Ototrof

Toprak Hayvanları

Toprak kuşkusuz yaşamın en önemli vazgeçilmez unsurlarından biri. (...) Canlıların yaşamlarını sürdürmek için ihtiyaç duyduğu besin ve enerjinin temelini oluşturan fotosentez ve doğadaki madde döngüleri büyük ölçüde toprağa bağlı. (...)

Toprakta yaşayan canlıların tümüne edafon adı veriliyor. Bir hücreliler, algler, bitkiler, mantarlar, hayvanlar gibi tüm canlı gruplarına ait organizmalara toprakta rastlamak mümkün. Aslında tüm karasal türlerin hatta pek çok sucul türün dolaylı da olsa toprakla bağlantısı var. Ancak yaşamının tümünü ya da belirli bir evresini toprak içinde geçiren gruplar edafonda yer alıyor. Toprak hayvanlarının da (toprak faunası) edafondaki yeri önemli. Toprak hayvanları genellikle ışıktan kaçarak yaşayan ve bu nedenle geceleri aktif olan canlılar. Bu sayede de bazı gruplar Güneş'in mutasyona neden olabilen mor ötesi ışınlarından korunmuş ve günümüze kadar hemen hemen hiç değişmeden gelmiş. Toprağın üstten 20 cm derine kadar olan bölgesi organik madde bakımından zengindir. Bu bölge "mineral tabaka" olarak adlandırılır. Canlıların faaliyetleri de genellikle bu kısımda olur. Toprak hayvanları genellikle toprağın üstten 5 cm derinliğe kadar olan bölgesinde yaygındır. Çünkü yüzeye yakın bu bölge besin ve organik madde açısından zengindir. Fakat bazı gruplar metrelerce derinlerde bulunabiliyor, özellikle de yüzey sert olduğu zaman daha derinlere iniyorlar. Belli bir alandaki hayvan yoğunluğu toprağın özelliklerine göre değişiyor. Örneğin tarım ve toprağın işlenmesi toprak hayvanlarının popülasyonunu azaltıyor. Bunun yanı sıra toprağın nemi, pH'si (asitlik derecesi), gözenekliliği, killi, kumlu ya da tınlı oluşu gibi özellikleri de toprağın içerdiği hayvan gruplarının çeşitliliğini ve yoğunluğunu etkiliyor. (...)

Toprağın yok olması ya da kirletilmesi aynı zamanda doğadaki birçok canlının yuvasının yok olması ya da kirlenmesi demek. Dolayısıyla bu durum doğada çok önemli ekolojik rolleri olan toprak hayvanlarının giderek yok olması ve toprak ekosisteminin dönüşü olmayacak şekilde tahrip edilmesi anlamına geliyor ki buna hakkımız yok.

Bilim ve Teknik, (2016, Kasım), Sayı 588, s. 70-75.
(Kısaltılmıştır.)

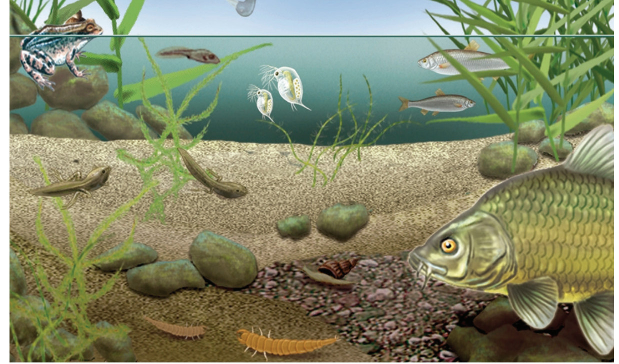
- Toprakta hangi canlılar yaşamaktadır?
- Ekosistem nedir?
- Ekosistemin cansız bileşenleri nelerdir?
- Cansız bileşenler ekosistemi nasıl etkiler?
- Popülasyon nedir?
- Toprağın yüzeye yakın bölgesinin besin ve organik madde açısından zengin olma sebebi sizce ne olabilir?



3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

> **Bilgi Kutusu**
>
> Ekoloji, Yunanca ev, mekân anlamına gelen "oikos" ile bilgi ve bilim anlamına gelen "logos" kelimelerinin birleşmesiyle meydana gelmiştir.

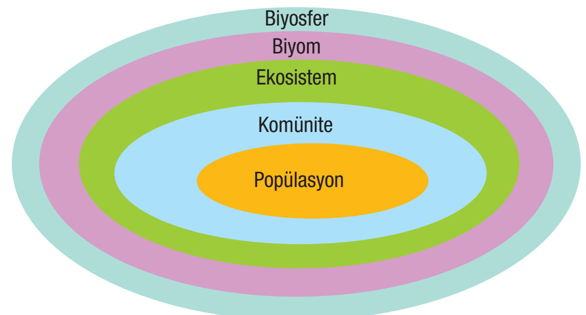
Canlıların kendi aralarında ve çevrelerinde bulunan cansız varlıklarla etkileşimini inceleyen bilim dalına **ekoloji** denir. Ekolojinin temel kavramlarından biri olan **ekosistem**, belirli bir alanda yaşayan ve birbirleriyle etkileşimde bulunan canlılar ile cansız varlıkların oluşturduğu sistemdir. Deniz ekosistemi, tatlı su ekosistemi, karasal ekosistemler bazı ekosistem örneklerindendir. Ekosistemler, zamanla değişime açık dinamik sistemlerdir. Örneğin tatlı su ekosistemi olan gölde yaşayan balıklar, kurbağalar ve diğer tüm canlılar hem kendi aralarında hem de su ortamıyla etkileşim hâlindedir ***(Görsel 3.1)***. Bir türün sayısındaki azalma diğer türlerin sayılarını da etkiler. Komüniteler arasındaki geçiş bölgelerine **ekoton** denir. Orman ekosisteminden nehir ekosistemine geçiş bölgesindeki bataklık alan ekotona örnek verilebilir. Doğadaki tüm ekosistemler birleşerek biyosferi oluşturur. Yeryüzünde canlı türlerinin oluşturduğu ve bu canlıların yaşadıkları alanların toplamına **biyosfer (ekosfer)** denir. Atmosferin alt katmanları ile içinde canlı organizmaların bulunduğu toprak tabakası biyosferi oluşturur. Biyosferin aynı iklim koşullarına sahip olan ve aynı bitki örtüsünün egemen olduğu geniş coğrafî alanlarına **biyom** adı verilir. Biyomlara örnek olarak tropikal yağmur ormanları ve tundra verilebilir.



Görsel 3.1: *Tatlı su ekosistemi*

Bir ekosistem farklı popülasyonlardan oluşan birden fazla komünite içerebilir. **Popülasyon**, belirli bir alandaki bir türe ait birey topluluğudur. Ancak bir popülasyon belli bir alanda tek başına yaşayamaz. Diğer türlere ait bireylerle de etkileşim içindedir. Belli bir alanda farklı türlerin popülasyonlarından oluşan topluluğa ise **komünite** denir. Örneğin bir çam ormanı, karaçam popülasyonu ve kızılçam popülasyonu gibi farklı türlere ait bireyleri barındırdığından komünite olarak isimlendirilir. Komüniteler barındırdıkları tür sayısı bakımından farklılık göstermekle birlikte kutuplardan Ekvator'a doğru tür zenginliği genellikle artış gösterir. Komünitelerin yaşamlarını sürdürdükleri coğrafik alanlara **biyotop** denir. Deniz, göl, mağara, orman gibi alanlar biyotoptur. ***Görsel 3.2***'de ekolojik organizasyon basamakları şematik olarak gösterilmiştir.

Bir canlı türünün doğal olarak yaşayıp üreyebildiği yaşam alanına **habitat** denir. Habitat kısaca canlının adresidir. Organizmaların ekosistemlerdeki işlevine **ekolojik niş** denir. Örneğin bir canlının beslenmesi, üremesi, korunması, diğer canlılarla ilişkisi gibi yapması gereken tüm faaliyetler ekolojik niş içerisinde yer alır.



Görsel 3.2: *Ekolojik organizasyon basamakları*



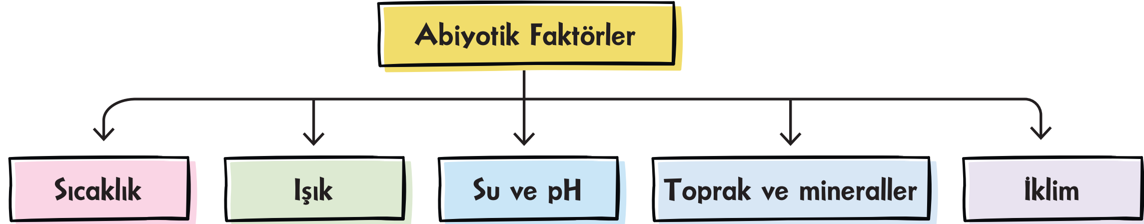
ETKİNLİK

3.1.1. EKOSİSTEMİN CANSIZ VE CANLI BİLEŞENLERİ

Doğada çeşitli ekosistemler bulunur. Ekosistemler bazı ortak ögelerden oluşur. Bu ortak ögeler cansız (abiyotik) ve canlı (biyotik) olarak iki çeşittir.

3.1.1.1. Ekosistemin Cansız Bileşenleri (Abiyotik Faktörler)

Ekosistemin cansız bileşenleri, abiyotik faktörler olarak da isimlendirilir ve çok sayıda fiziksel ve kimyasal faktörü kapsar ***(Şema 3.1)***.



Şema 3.1: *Ekosistemin cansız bileşenleri*

Sıcaklık

Sıcaklık, canlıların yaşam döngülerini etkileyen ve dağılışlarını sınırlayan en önemli fiziksel faktörlerden biridir. Her canlı türü kendisi için ideal sıcaklığa sahip yaşam alanlarını tercih eder. Örneğin bitki tohumları uyku hâli (dormansi) ile çok düşük sıcaklıklarda canlılığını korurken az sayıda mikroorganizma türü (bazı yosunlar, arkeler ve bakteriler) sıcak su kaynaklarının yakınlarında yaşamlarını devam ettirebilir.

Sıcaklık değişimi karasal ortama göre su ortamda daha azdır. Bu nedenle suda yaşayan canlıların sıcaklık toleransı karasal ortamda yaşayan canlılara göre daha dardır. Ayrıca karasal ortamdaki yüksek sıcaklıklar, canlılarda terleme yoluyla gerçekleşecek su kaybını artıracağından canlıların yayılışı için sınırlayıcı bir faktördür ***(Görsel 3.3)***. Çöl gibi çok sıcak ortamlarda yaşayan canlılarda yapısal, fizyolojik ve davranışsal farklılıklar vardır. Örneğin kaktüslerin yaprakları diken şeklindedir. Bu bitkilerde fotosentez yeşil ve etsi olan gövdede yapılır.





ETKİNLİK



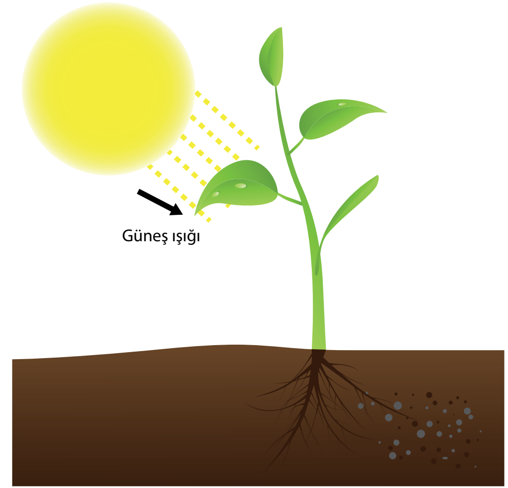
ETKİNLİK

Görsel 3.3: *Çöllerde yaşayan canlı türleri sınırlıdır.*

Yüksek sıcaklık gibi düşük sıcaklıklar da canlıların yayılış alanını sınırlar. Örneğin kutuplarda yaşayan canlı türü sayısı azdır.

Işık

Işık, ekosistemin işlevini yerine getirebilmesi için çok önemli bir role sahiptir ve kemosentetikler dışındaki canlılar için temel enerji kaynağıdır. Üretici canlılar, fotosentez yoluyla güneş enerjisini, bütün canlıların kullanabileceği kimyasal enerjiye dönüştürülerek besinlerin yapısına katarlar ***(Görsel 3.4)***. Heterotrof canlıların da besin kaynağı organik maddeler olduğu için onlar da dolaylı olarak ışığa bağımlıdır. Bitkilerde ışık alma süresi büyüme, gelişme, çiçeklenme, yaprakların dökülmesi ve durgunluk döneminin başlaması gibi fizyolojik olayları etkilemektedir. Işık alma süresine göre bitkiler üç ana grupta incelenir. Gündüzün geceye oranla daha uzun olduğu günlerde çiçeklenen bitkilere **uzun gün bitkileri** denir. Ispanak ve turp uzun gün bitkilerine örnek olarak verilebilir. Gecenin gündüzden daha uzun olduğu mevsimlerde çiçek açıp gelişen bitkilere **kısa gün bitkileri** denir. Çilek, patates kısa gün bitkilerine örnek verilebilir. Gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilere **nötr bitkiler** denir. Pamuk, pirinç, domates nötr gün bitkilerine örnek olarak verilebilir. Ekosisteme ulaşan ışığın miktarı bitkilerin dağılımını da belirler. Güneş bitkileri bol ışıkta, gölge bitkileri az ışıkta yaşarlar.



Görsel 3.4: *Yeşil bitkiler, besinlerini üretmek için güneş ışığına ihtiyaç duyar.*

Ekosistemdeki hayvanların biyolojik faaliyetleri ışığın şiddetinden ve süresinden etkilenir. Üreme, avlanma ve göç etme gibi faaliyetler ışığa bağlı olarak gerçekleşir. Bazı hayvanlar gündüz bazı hayvanlar gece daha aktiftir. Örneğin kuşların ötmeye başlamalarında gün ışığı şiddeti önemlidir. İlkbahar mevsiminde karatavuk ilk ötmeye başlayan kuşlardandır ***(Görsel 3.5)***, çalıkuşu ise gün uzunluğunun artmasıyla daha sonra ötmeye başlar.

Işık, bazı hayvanların üreme dönemlerini de etkiler. Çevremizde var olan bazı hayvanların üreme dönemleri genelde ilkbahardır.

Kar tavşanı gibi bazı hayvanlarda ise mevsimsel renk değişimleri gözlenir. Kar tavşanının postu yazın kahve, kışın ise beyaz renklidir ***(Görsel 3.6)***.



Görsel 3.5: *Karatavuk*



Görsel 3.6: *Kar tavşanı*

Su ve pH

Su, tüm canlılar için hayati bir öneme sahiptir ***(Görsel 3.7)***. Sucul ortamda yaşamakta olan canlılar, hücreleri için gereken su dengesini kuracak mekanizmalar geliştirmiştir. Örneğin tatlı su balıkları, vücutlarına giren fazla suyu seyreltilmiş idrar yoluyla atar. Karasal yaşama adapte olmuş canlılar buz, kar ve yağmur sayesinde su ihtiyaçlarını karşılar ***(Görsel 3.8)***.



Görsel 3.7: *Alabalıklar tatlı sularda yaşar.*



Görsel 3.8: *Su ihtiyacını karşılayan zebralar*

Su, özellikle metabolik faaliyetleri için çok önemlidir. Enzimlerin neredeyse tamamı aktivitelerini gerçekleştirebilmek için suya gereksinim duyar.

Ortamın pH derecesi de canlıların metabolik faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi için önemli faktörlerden biridir. Her canlı için ideal pH derecesi vardır. Organizmaların birçoğunun iç ortamının pH'si 7 veya 7'ye yakındır. Canlıların iç ortamlarındaki küçük pH değişimleri metabolik faaliyetler üzerinde büyük değişimlere yol açar. Örneğin insan kanının optimum pH'si 7,35-7,45'tir.

Bilgi Kutusu

Tohumlu bitkilerin tohumları, ortamdaki su miktarı %15'in altında olduğu zaman çimlenemez.

Bir başka örnek ise havada biriken CO_2, doğal pH'si 5,6 olan yağmur suyunun pH'sini asidik düzeye indirir (yaklaşık pH'si 4,5) ve böylece asit yağmurları oluşur. İnsan etkisiyle veya doğal kaynaklar sebebiyle meydana gelen asit yağmurları su, toprak ve ormanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Asit yağmurları, topraktaki minerallerin çözünmesini ve bitkilerin soğuğa karşı dirençlerini de olumsuz etkiler.

Havaya salınan zararlı asidik bileşikler, ağaçların yapraklarında bulunan klorofilin yapısını bozarak fotosentez hızını azaltır ***(Görsel 3.9)***. Asidik bileşenler içeren havanın solunması ise insanlarda çeşitli deri ve solunum yolu hastalıklarına yol açar.

Okyanus ve denizlerin pH'si 8,2 civarındadır ***(Görsel 3.10)***. Çeşitli nedenlerle suyun asitleşmesi bu ortamda yaşayan canlılara zarar verir. pH'nin 0,6 birim azalması, denizlerdeki canlıların büyük çoğunluğunu yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakacaktır.



Görsel 3.9: *Asit yağmurları bitkilerin klorofil yapısını bozarak fotosentez hızını azaltır.*

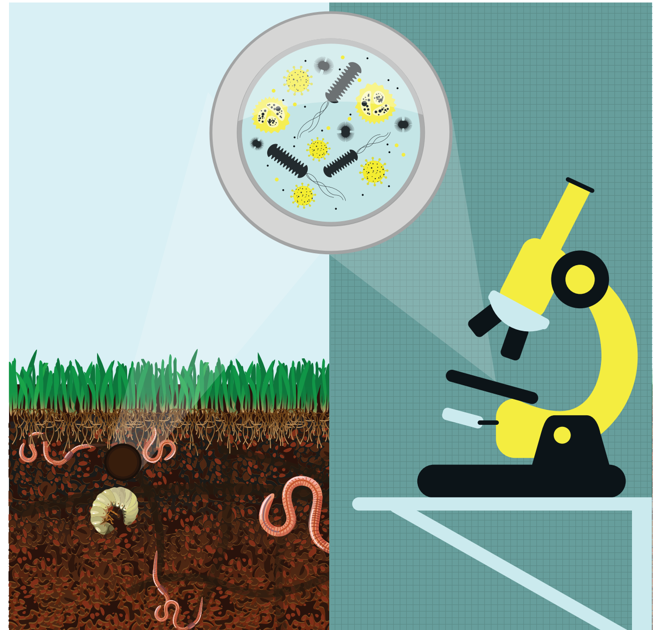


Görsel 3.10: *Denizlerin pH'si 8,2 civarındadır.*

Toprak ve Mineraller

Tüm canlıların yaşamlarının devam etmesi doğrudan ya da dolaylı olarak toprağa bağlıdır. Toprak, kayaların ve inorganik maddelerin çeşitli organizmalar veya iklim koşulları gibi nedenlerle fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma ürünlerinden oluşur. Toprağın içerisindeki tuz ve mineral miktarı, içerdiği hava, su tutma özelliği ve pH'ı canlıların dağılımını etkiler.

Toprak, birçok canlı türü için yaşam ortamı sağlayan dinamik bir ortamdır ***(Görsel 3.11)***. Bitkiler kökleri ile toprağa bağlanır ve fotosentez için gereken mineralleri topraktan alır.



Görsel 3.11: *Toprak, canlıların yaşaması için vazgeçilmez unsurlardan biridir.*

Kaliteli bir toprak, içerisinde çeşitli canlı türleri için gereken organik ve inorganik maddeleri barındırmalıdır. Toprağın bünyesinde bulunan Ca, Mg, N, K, P, S ve Fe gibi mineraller, canlılar için hayati önem taşır. Bir veya birkaçının eksikliği tüm canlıları olumsuz etkiler.

Bilgi Kutusu

Ca eksikliği, hayvanların iskelet yapısında çeşitli hastalıklara yol açar.

İklim

Bir bölgedeki uzun süreli nem, yağış, rüzgâr yönü ve sıcaklık gibi atmosferik koşulların ortalaması iklimi oluşturur.

Bir bölgede hüküm süren iklim koşulları canlıların coğrafik yayılışını etkiler ***(Görsel 3.12)***. İklim, yeryüzü enlemlerine göre farklılık gösterir. Bu duruma paralel olarak canlılar da yeryüzü enlemlerine göre dağılış gösterir. Örneğin Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe geniş yapraklı ağaçlardan iğne yapraklı ağaçlara geçiş görülür ***(Görsel 3.13 ve Görsel 3.14)***.



Görsel 3.12: *Kakao ağacı, yoğun yağış alan tropik bölgelerde yaşar.*



Görsel 3.13: *Tropikal bölgede yaşayan geniş yapraklı bitki*



Görsel 3.14: *Kurak bölgede yaşayan iğne yapraklı bitki*

İklim koşulları, hayvanların coğrafik dağılımını da etkiler. Kertenkele, yılan gibi kurak ortamda yaşamaya uyum sağlamış olan hayvanların üzerinde buharlaşmayı önleyen vücut örtüsü bulunur ***(Görsel 3.15)***. Buna karşın kurbağa, sümüklü böcek gibi hayvanlar, buharlaşmaya karşı koruyucu bir katman bulundurmaz ve nemli ortamlarda yaşar ***(Görsel 3.16)***.



Görsel 3.15: *Yılan*



Görsel 3.16: *Kurbağa*

OKUMA PARÇASI

Toprak Neden Kahverengi?

Toprak, farklı bileşenlerden oluşan karmaşık bir yapı. İçinde kayaçların aşınması sonucu açığa çıkan mineraller, ölü organizmaların özellikle bitkilerin parçalanması sonucu oluşan organik maddeler, su, hava ve çeşitli gazlar ile canlı organizmalar bulunuyor. Dolayısıyla toprağın rengi bileşimiyle yakından ilişkili.

Toprağın yapısında farklı mineraller bulunuyor. Örneğin toprakta yaygın olarak bulunan demir minerallerinden götit sarı-kahverengi, hematit ise kırmızı-siyah renkte. Yine toprakta yaygın olarak bulunan minerallerden kalsiyum karbonat yani kalsit beyaz renkli, yarı şeffaf bir mineral. Yer kabuğunda en çok bulunan ikinci mineral olan kuvars ise beyaz-gri renkte. Mangan içeren mineraller ise çoğunlukla siyah.

Toprağın kahverengi olmasının temel sebebi ise bileşimindeki organik maddeler. Topraktaki organik maddeler (ölü bitki ve diğer organizma kalıntıları) mikroorganizmalar tarafından parçalanarak daha basit yapıdaki kimyasal maddelere dönüştürülür. Bu maddelerden oluşan karışım humus olarak isimlendirilir. Yüksek oranda karbon içeren humus koyu kahverengidir ve toprağın üst katmanlarında bulunur. Toprağın daha derinlerdeki katmanlarında ise humus miktarı daha azdır ve bu katmanlarda toprağın içinde bulunan minerallerin renkleri daha belirgindir. Dolayısıyla toprağın hangi renkte göründüğü bileşimindeki maddelerin oranıyla yakından ilişkilidir.

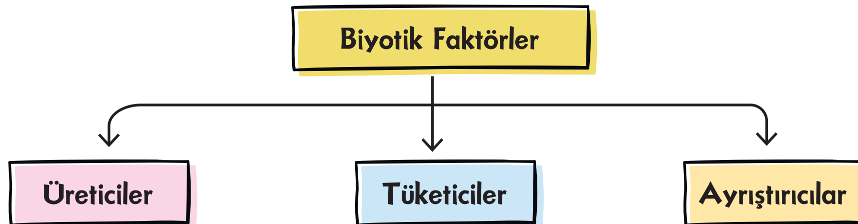
(Genel ağdan alınmıştır.)

(Kısaltılmıştır.)



3.1.1.2. Ekosistemin Canlı Bileşenleri (Biyotik Faktörleri)

Bir canlı ile aynı fiziksel alanı paylaşan ve canlıyı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen tüm diğer canlılara **canlı çevre** denir. Ekosistemi oluşturan canlı bileşenler **üreticiler**, **tüketiciler** ve **ayrıştırıcılar** olmak üzere üç grupta incelenir ***(Şema 3.2)***.



Şema 3.2: *Ekosistemin canlı bileşenleri*



ETKİNLİK

Üreticiler (Ototrof Canlılar)

Üreticiler, ekosistemin canlı bileşenleri arasında en önemlilerinden biridir. Üreticiler, kendi besinini ve kendisi üreten ve çoğunluğu fotosentetik olan canlılardır. Ayrıca fotosentez yapamayan bazı bakteriler, arkeler, inorganik maddelerin oksitlenmesiyle açığa çıkan kimyasal enerjiyi kullanarak kendi besinlerini üretir.

Üreticiler, tüketici canlılar için doğrudan ya da dolaylı olarak besin kaynağı oldukları için ekosistemde önemli role sahiptir ***(Görsel 3.17)***. Ayrıca üreticilerin bazıları, inorganik maddelerden organik madde sentezlerken ortama oksijen kazandırır ***(Görsel 3.18)***.



Görsel 3.17: *Üreticiler, canlılar için önemli besin kaynağıdır.*



Görsel 3.18: *Bitkiler, karasal ekosistemin oksijen kaynağıdır.*

Tüketiciler (Heterotrof)

Tüketiciler, kendi besinini kendisi üretemeyen ve ihtiyaç duydukları besinleri diğer canlılardan sağlayan canlılardır.

Kendi besinini üretemeyen, besinlerini bulundukları ortamdan hazır alan canlılara **tüketiciler (heterotrof canlılar)** denir. Hayvanlar, mantarlar, bazı protistler ve bazı bakteriler heterotrof canlılardır ***(Görsel 3.19)***.



Görsel 3.19: *Hayvanlar tüketici canlılardır.*



ETKİNLİK



ETKİNLİK

Ayrıştırıcılar

Ayrıştırıcı canlılara **çürükçül** veya **saprotrof** denir. Bu canlılar doğadaki ölü organizmaları, dökülmüş yaprakları, dışkıları ve diğer organik maddeleri hücre dışı sindirim yoluyla sindirerek inorganik maddelere kadar parçalarlar. Sindirdikleri besinleri hücre içine alarak metabolik faaliyetlerde kullanırlar. Oluşan inorganik maddeler ise üreticiler tarafından kullanılıp ekosisteme tekrar kazandırılır. Ayrıştırıcılar her ekosistemde bulunur ve madde döngüsündeki rolleri oldukça önemlidir. Doğada bu ayrıştırıcı canlılar olmasaydı yaşam için gerekli olan karbon, azot ve diğer elementler, ölü ve atık ürünlerde depolanmış olarak kalacaktı. Bakteri ve mantarların büyük çoğunluğu ayrıştırıcı canlılardır ***(Görsel 3.20)***.

Bilgi Kutusu

Bazı solucanlar önemli ayrıştırıcılardır. Solucanlar, çürümekte olan organik moleküllerin olduğu her yerde yaşayabilir.

Araştırınız-Tartışınız

Kompost nedir ve nasıl hazırlanır? Araştırınız.



Görsel 3.20: *Bazı mantarlar ayrıştırıcı canlılardır.*

ETKİNLİK 3.1

Ekosistemin Canlı ve Cansız Bileşenleri

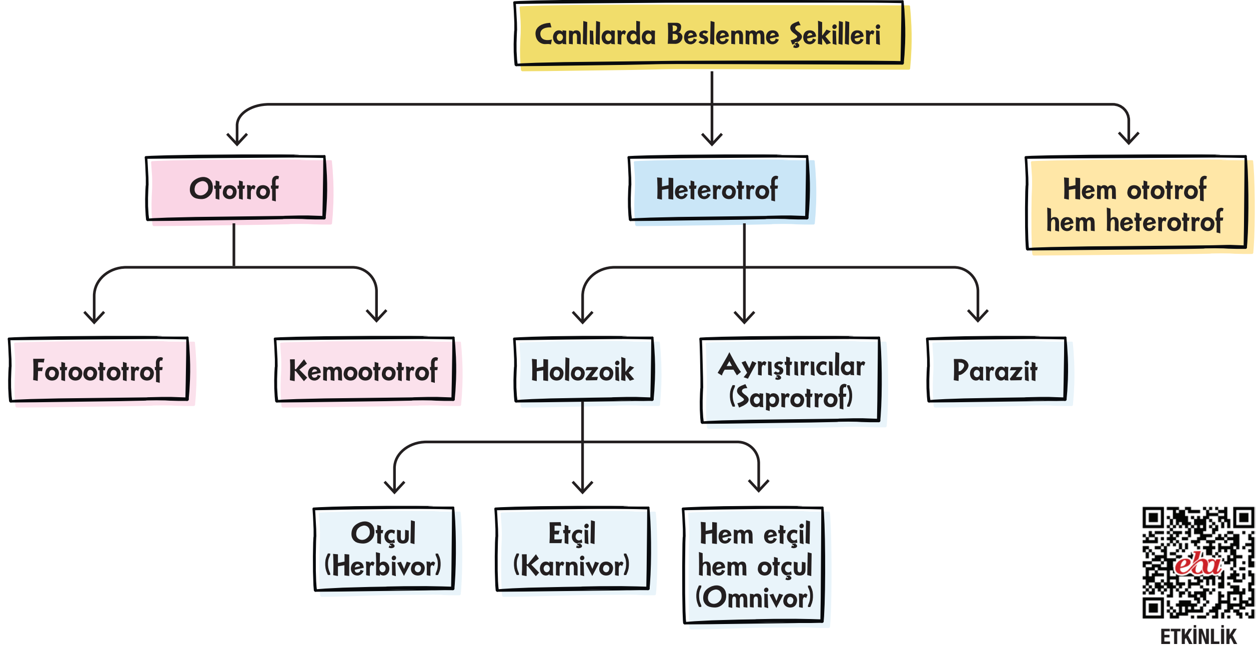
- Kendi seçeceğiniz bir ekosistemi inceleyiniz ve bu ekosistemi tanıtan "Ekosistemin temel bileşenleri nelerdir?" adlı kısa bir film hazırlayınız.
- Hazırladığınız kısa filmi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Seçtiğiniz ekosistemin canlı bileşenleri nelerdir?
- Seçtiğiniz ekosistemin cansız bileşenleri nelerdir?

3.1.2. CANLILARDAKİ BESLENME ŞEKİLLERİ

Canlılar beslenme şekillerine göre ototrof, heterotrof ve hem ototrof hem heterotrof olmak üzere üç farklı grupta incelenir ***(Şema 3.3)***:



Şema 3.3: *Canlılardaki beslenme şekilleri*

3.1.2.1. Ototrof

Tüm üreticiler karbondioksit özümlemesi yapar. Karbondioksit özümlemesi canlının, karbondioksiti kullanarak kendi organik maddelerini üretmesidir.

Fotoototrof

Ototrof canlılardan yeşil bitkiler, algler, bazı bakteriler ve bazı protistler kendi besinini fotosentez yoluyla sağlar. Fotosentez yapan canlılarda klorofil pigmenti bulunur. Klorofil sayesinde ışık enerjisini kullanarak inorganik bileşiklerden organik madde sentezleyen canlılara **fotoototrof** adı verilir.

Kemoototrof

Bazı bakteriler ve arkeler kemosentez ile besinlerini sentezler. Amonyak, hidrojen, sülfür gibi inorganik maddeleri oksitleyerek elde ettiği kimyasal enerji ile inorganik maddelerden organik madde sentezleyen bu canlılara **kemoototrof** adı verilir. Nitrat, demir, kükürt bakterileri kemosentez yoluyla beslenen canlılara örnektir.

Bilgi Kutusu

Parazitlik, iki canlıdan birinin faydalandığı, diğerinin zarar gördüğü birlikteliklerdir. **Parazit** beslenmede yarar gören canlıya parazit, zarar gören canlıya ise **konak** denir.

Parazit bitkiler, kökü andıran emeçleri sayesinde başka bir bitki üzerinden ihtiyaç duyduğu besinleri alan bitkilerdir. Bazı bitki türleri yarı veya tam parazit olup diğer bitkilerin üzerinde yaşar. Tam parazit olan bitki türleri klorofil taşımadığı için fotosentez yapamaz. Küsküt otu tam parazit bitkilere örnektir. Yarı parazit bitkiler, emeçleri ile üzerinde yaşadığı bitkiden su ve mineralleri alır. İhtiyaç duyduğu besini fotosentez yaparak kendileri üretir. Ökse otu yarı parazit bitkilere örnektir.

3.1.2.2. Heterotrof

Tüketici organizmalar gereksinim duydukları enerjiyi üretici organizmalar veya diğer tüketicilerden karşılarlar. Keçi, sığır, at, şahin, baykuş, tilki gibi canlılar heterotroflara örnektir.

Holozoik

Holozoik beslenen canlılar, besinlerini katı parçalar hâlinde alır ve bu nedenle iyi gelişmiş bir sindirim sistemine sahiptir. Ayrıca bu canlıların çene yapısı, beslenme tipine göre adaptasyon sağlamıştır. Bu canlılar otçul, etçil, hem etçil hem otçul beslenen olmak üzere üç grupta incelenir.

Doğrudan üretici canlılarla beslenen tüketicilere **otçul (herbivor)** denir. Enerji kaynağı olarak fotosentez yapan bitkilerde birikmiş organik maddeyi kullanırlar. Fil, tavşan, koyun, at, sığır, kaplumbağa ve geyik otçul hayvanlardır ***(Görsel 3.21)***.


a


b


c

Görsel 3.21: *Otçul beslenen canlı örnekleri: a) Fil b) Tavşan c) Koyun*

Tüketicileri yiyerek beslenen canlılara **etçil (karnivor)** denir. Etçil canlıların sindirim kanalları otçul canlılara göre daha kısadır. Aslan, yılan, kartal, tilki, köpek balığı, örümcek, uğur böceği etçil beslenen canlı örnekleridir ***(Görsel 3.22)***.

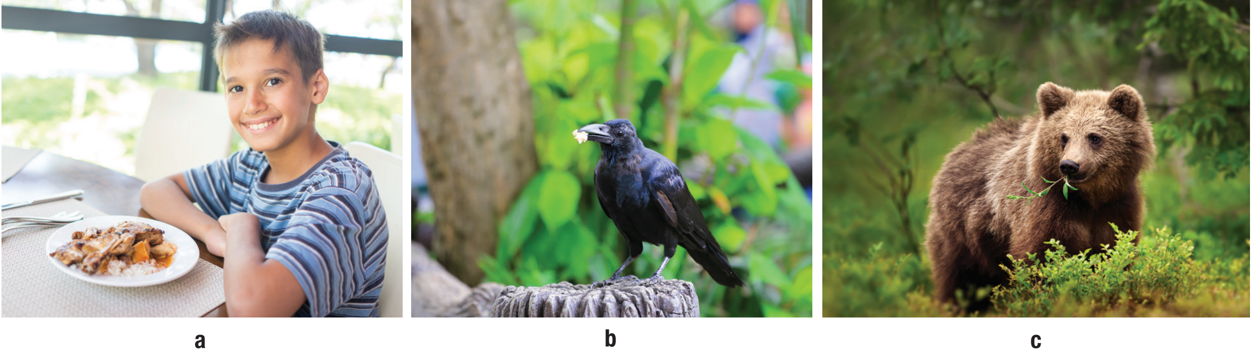

a


b


c

Görsel 3.22: *Etçil beslenen canlı örnekleri a) Aslan b) Yılan c) Kartal*

Hem etçil hem otçul (omnivor), hepçil olarak da adlandırılan bu canlılar besin ihtiyacını hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle karşılar. İnsan, karga, ayı, tavuk, domuz hem üreticileri hem de tüketicileri yiyerek beslenen canlı örnekleridir ***(Görsel 3.23)***.



a b c

Görsel 3.23: *Hem etçil hem otçul beslenen canlı örnekleri: a) İnsan b) Karga c) Ayı*

Bilgi Kutusu

Hayvan parazitleri, iç ve dış parazit olarak iki çeşittir. İç parazitler konak canlının içinde yaşar. Tenya, bağırsak solucanı iç parazite örnektir. Dış parazitler konak canlının kanıyla beslenir. Kene ve bit dış parazite örnektir.

Ayrıştırıcılar

Çürükçül canlılar olarak da adlandırılan ayrıştırıcı canlılar, hücre dışına salgıladıkları kuvvetli sindirim enzimleriyle ölü organizmaların kalıntılarını ve organik atıkları daha basit bileşiklere ayrıştırarak diğer organizmaların özümleyecekleri şekilde ortama geri verir. Böylece madde döngüsünde önemli rol alırlar. Bu basit bileşikleri absorblayarak kendileri için gerekli olan besinleri elde eder. Giysilerde, teknelerde, besinlerde küf oluşmasının sebebi de ayrıştırıcı canlılardır ***(Görsel 3.24)***. Bazı bakteriler ve bazı mantarlar ayrıştırıcı canlılara örnektir.



Görsel 3.24: *Limonda küf oluşumu*

Araştırınız-Tartışınız

Bir ekosistemde ayrıştırıcılar olmasaydı ne olurdu?

3.1.2.3. Hem Ototrof Hem Heterotrof

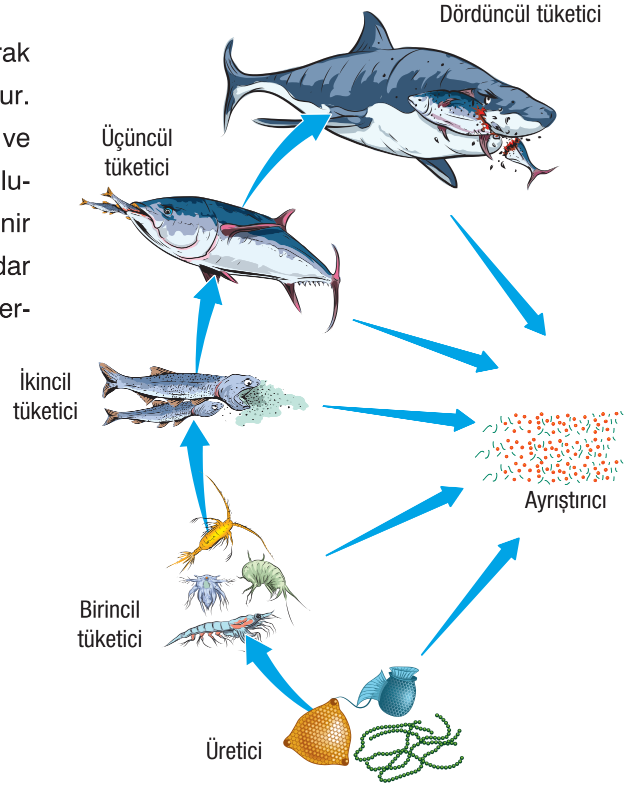
Hem üretici hem tüketici olan canlılara **hem ototrof hem heterotrof** denir. Öglena hem ototrof hem de heterotroftur. Öglena kloroplastları sayesinde fotosentez yapar. Ancak ışık olmadığında fotosentez yapamaz ve besinini dışarıdan hazır olarak alır.

3.1.3. EKOSİSTEMDEKİ ENERJİ AKIŞI VE MADDE DÖNGÜLERİ

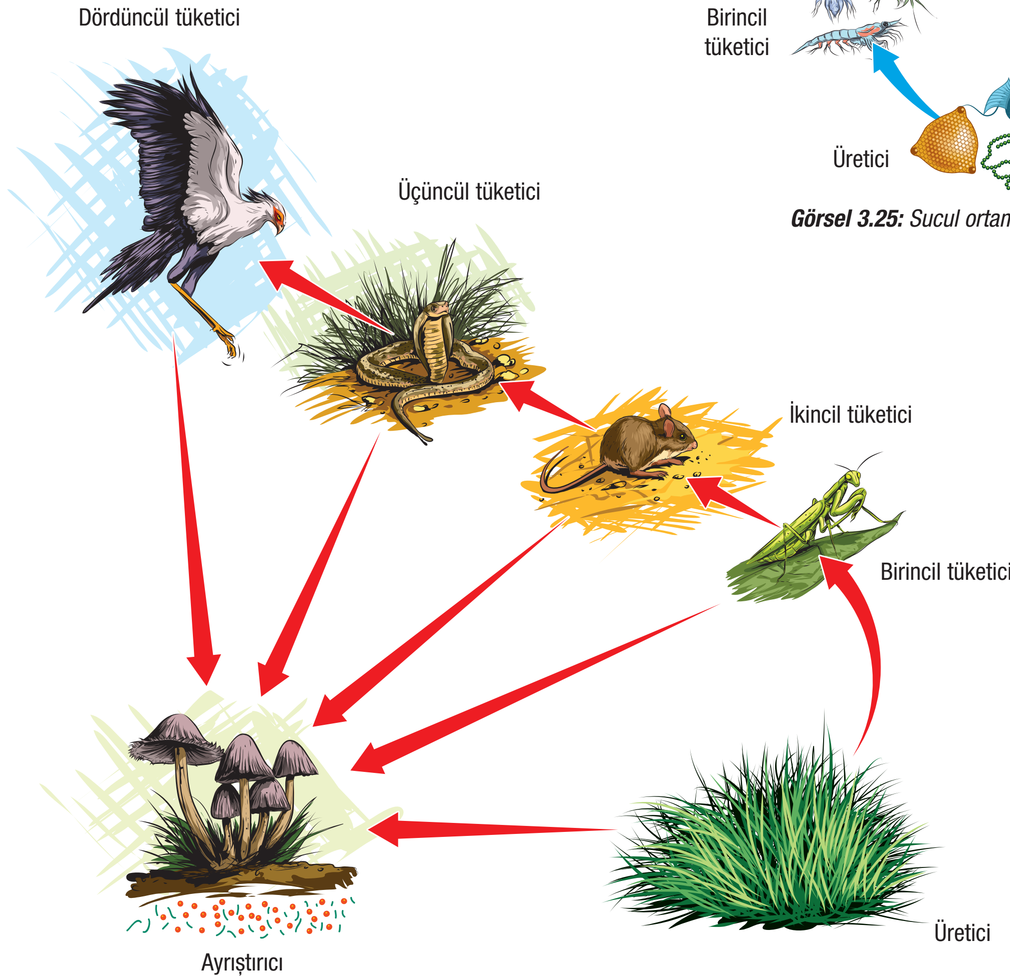
Ekosistemde canlılar birbirine birçok yönden bağımlıdır. Bu durum enerjinin ve maddelerin canlılar arasında kademeli olarak dolaşımını sağlar.

3.1.3.1. Besin Zinciri ve Besin Ağı

Canlılar doğadaki başka bir canlıyı besin olarak kullanırken kendileri de başka canlıların besini olur. Canlıların birbirlerini tüketmelerine göre sıralanması ve kimyasal enerjinin üreticilerden en üst basamakta bulunan tüketicilere doğru aktarılmasına **besin zinciri** denir ***(Görsel 3.25 ve Görsel 3.26)***. Besin zinciri ne kadar kısa olursa tüketici canlının elde edeceği kimyasal enerji de o kadar yüksek olacaktır.



Görsel 3.25: *Sucul ortamda besin zinciri*



Görsel 3.26: *Karasal ortamda besin zinciri*



ETKİNLİK



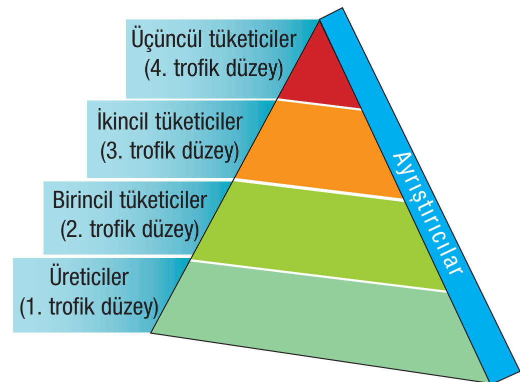
ETKİNLİK

Doğada tek tür yiyecekle beslenen hayvan pek azdır. Örneğin bir geyik yalnız otları değil yabani meyveleri, ağaçların yaprak ve filizlerini de yiyebilir. Bir tilki de geyiği yiyebilir. Ancak tilki geyikten başka tavşan, fare, kuş, kümes hayvanlarını ve böcekleri yiyerek de beslenebilir. Bu yüzden besin zincirleri birbirinden belirli sınırlarla ayrılamaz çünkü birbirleriyle farklı şekillerde bağlantıları vardır. Karmaşık olan bu beslenme ilişkisini anlayabilmek için pek çok besin zinciri arasındaki bağlantıyı kurmak gerekir. Birden fazla besin zinciri birlikte **besin ağını** oluşturur ***(Görsel 3.27)***.



Görsel 3.27: *Ekosistemlerde görülen tipik bir besin ağı*

Besin ağında canlıların enerji aktarımına bağlı beslenme ilişkilerini gösteren basamak **trofik düzey** olarak isimlendirilir. Fotosentez yapan canlılar birincil trofik düzeyde, bitkilerle beslenen otçul canlılar ikincil trofik düzeyde, otçul canlılarla beslenen karnivor canlılar üçüncül trofik düzeyde yer alır. Besin ağında bulunan canlıların beslenme ilişkilerini gösteren trofik düzeylerin sıralanması ile **besin piramidi** oluşturulur ***(Görsel 3.28)***. Ayrıştırıcılar hem üreticilerle hem de tüketicilerle ilişki hâlindedir. Ayrıştırıcı olan bakteriler ve mantarlar, ölü organizmaları ve organik atıkları parçalayarak ayrıştırır. Bu yüzden her trofik düzeyde bulunur. Ayrıştırıcılar, madensel tuzların toprağa dönmesini sağlar. Böylece üreticiler bu besinleri tekrar kullanabilir ve besin zinciri tamamlanır.



Görsel 3.28: *Besin piramidi ve trofik düzeyler*



ETKİNLİK

3.1.3.2. Ekosistemdeki Enerji Akışı

Enerji, iş yapabilme gücü olarak tanımlanır. Tüm canlılar yaşamlarını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Bu yüzden ekosistem devamlılığı için enerji akışı oldukça önemlidir.

Bir ekosisteme enerji, güneş ışığı olarak girdikten sonra fotosentez yapan üreticiler tarafından kimyasal enerjiye dönüştürülür. Dönüştürülen bu enerji, beslenme yolu ile diğer canlılara aktarılır ve canlılar bu enerjiyi metabolik reaksiyonları için kullanır.

Araştırınız-Tartışınız

Neden av olan canlıların sayısı avcı olan canlılardan fazladır? Araştırınız.

Üreticiler, güneş enerjisini kullanarak fotosentez ile besin üretir. Birincil tüketiciler, üreticilerle beslenir ve üreticiler tarafından dönüştürülen kimyasal enerjiyi kendi bünyelerine alır. Ancak birincil tüketiciler tarafından alınan enerjinin büyük bir kısmı ısı enerjisi olarak kaybedilir. İkincil ve üçüncül tüketiciler, diğer tüketiciler üzerinden beslenerek kimyasal enerjiyi bünyelerine alır ve bu enerjinin yine ısı enerjisi olarak büyük bir kısmı kaybolur ***(Görsel 3.29)***. Ayrıştırıcılar tarafından organik atıkların parçalanması esnasında da yine ısı açığa çıkar. Bir ekosisteme giren güneş ışığı enerjisi, toplamda çıkan ısı enerjisine eşittir.

Üçüncül tüketiciler, ikincil tüketicilerle beslenir ve daha az kimyasal enerji alır.





İkincil tüketiciler kimyasal enerjiyi birincil tüketicilerden sağlar.





Birincil tüketiciler, üreticilerle beslenir.





Üreticiler, güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürür.





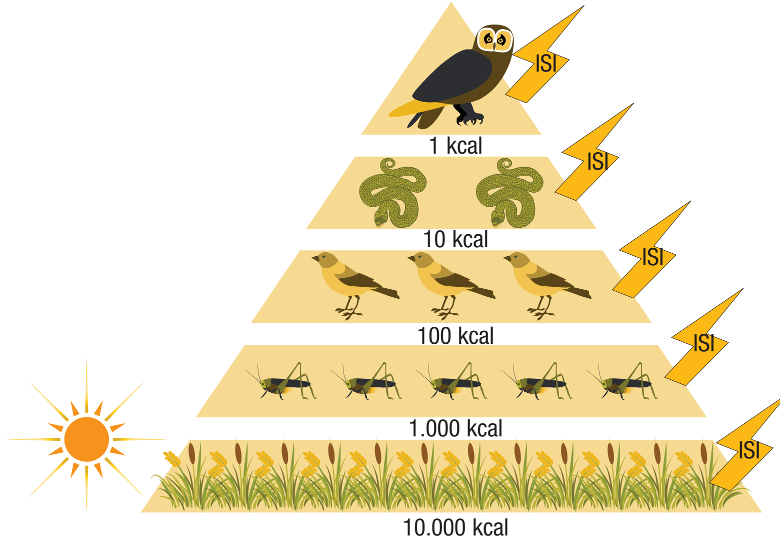




Ayrıştırıcılar, organik atıkları inorganik maddeye dönüştürürken ortama ısı kazandırır.

Görsel 3.29: *Ekosistemdeki enerji akışı*

Bir trofik düzeyin sahip olduğu enerjinin %10'u üst trofik düzeye aktarılabilir. Bu duruma **%10 yasası** denir ***(Görsel 3.30)***.



Görsel 3.30: *Trofik düzeylerde aktarılan ve ısı alarak kaybedilen enerji*

▷Araştırınız-Tartışınız

Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerine olumsuz etkilerini araştırıp sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.



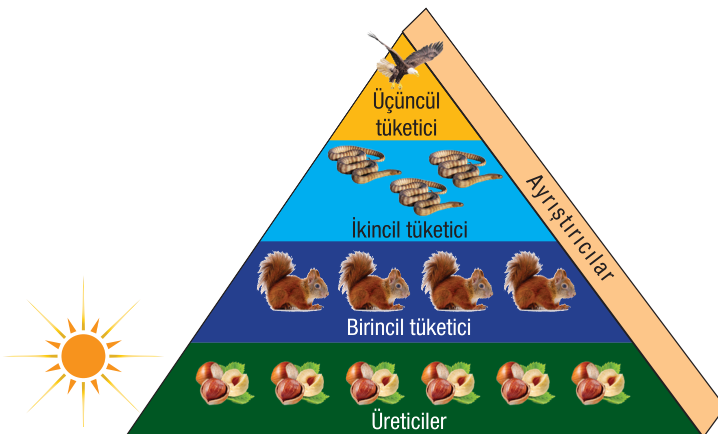
ETKİNLİK

Hava, toprak ve suda bulunan bazı kirleticiler, üreticiler yoluyla besin zincirine dâhil edilebilir. Besin piramidinin alt basamaklarında biriken zehirli maddeler, besin zinciri yoluyla besin piramidinin üst basamaklarına kadar taşınır. Besin piramidinin üst basamaklarında yer alan üst trofik düzeydeki canlılarda zehirli maddeler daha yoğun gözlenir. Bu durum **biyolojik birikim** olarak isimlendirilir. Cıva, kurşun gibi ağır metaller ve pestisitler biyolojik birikim yoluyla aktarılan maddelere örnek verilebilir. 1932'den 1968'e kadar Japonya'da bulunan bir kimyasal tesisteki atık suların Minamata sahillerine bırakılmasıyla suya cıva karışmıştır. Cıva öncelikle bakteriler tarafından metil cıvaya ve dimetil cıvaya dönüştürülmüştür. Metil cıva planktonlara, ardından besin zinciri yoluyla balıklara, daha sonra ise balıkları yiyen insanlara geçmiştir. Bu sebeple birçok insan hastalanmış ve 1956 yılında resmî olarak buna Minamata hastalığı adı verilmiştir.1784 kişi bu hastalıktan hayatını kaybetmiştir.

▷Araştırınız-Tartışınız

İnsan varlığının ekosistemlere etkisi nedir? Araştırarak tartışınız.

Besin piramidinde üreticilerden üçüncül tüketicilere çıktıkça canlıda biriken zehirli madde fazlalığının sebebi, canlının beslenmesi için fazla miktarda besin tüketmesidir. Besin piramidinde üst kısımlara doğru aktarılan enerjinin azalmasına bağlı olarak biyokütle de azalır. Ayrıca trofik düzeyler arasında kaybedilen enerji ve organizmaların vücut büyüklüğü artar ***(Görsel 3.31)***.



Enerji azalır.
Birey sayısı azalır.
Biyokütle azalır.
Aktarılan enerji azalır.
Enerji kaybı artar.
Zehirli madde birikimi artar.
Genellikle vücut büyüklüğü artar.

Besin piramidinde aşağıdan yukarı çıkıldıkça

Görsel 3.31: *Besin piramidinde üreticilerden üçüncül tüketicilere gidildikçe değişen özellikler*

DENEY 3.1 **Akvaryum Hazırlıyorum**




Deneyin Amacı

Su ekosistemindeki üretici ve çeşitli düzeylerdeki tüketicilere sahip bir akvaryum hazırlama

Ön Araştırma

Su ekosisteminde bulunan canlıları ve beslenme tiplerini araştırınız.

Araç Gereçler

Temiz bir cam fanus, su ve araştırmanız sonucu belirlediğiniz su besin zincirinde bulunması gereken canlılar.

Uygulama

- Su ekosisteminde bulunan canlıları, yaşam alanlarını ve beslenme tiplerini içeren bir rapor hazırlayınız.
- Hazırladığınız rapordaki canlıların beslenmelerini ve besin piramidindeki birey sayısını göz önüne alarak bir besin zinciri oluşturacak şekilde yapay bir su ekosistemi olan akvaryum hazırlayınız.

Değerlendirme

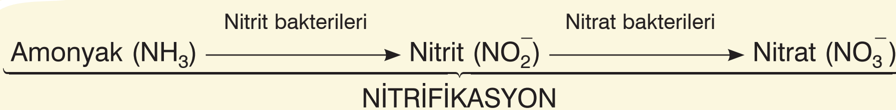
- Akvaryumunuzu sınıfa getirerek arkadaşlarınıza sunumunuzu yapınız.
- Akvaryumunuzda hangi canlılar yer aldı? Bu canlıları seçme nedeniniz nedir?
- Sınıfınızda farklı canlılar içeren akvaryumlar var mı?
- Hazırladığınız akvaryumda başka hangi canlı türlerinin yaşayabileceğini sınıfta tartışınız.

3.1.4. EKOSİSTEMDE MADDE DÖNGÜLERİ

Ekosistemde var olan tüm kimyasal elementler, çevre ve canlılar arasında döngü hâlindedir. Doğada bulunan bazı elementler canlıların yaşam döngüleri için önemlidir. Özellikle karbon, oksijen, hidrojen ve azot gibi bazı temel elementlere canlılar yüksek miktarda ihtiyaç duyar. Ekosistemin devamlılığı için elementlerin ekosisteme geri kazandırılması gerekir.

3.1.4.1. Azot Döngüsü

Atmosferde yaklaşık %78 oranında bulunan azot, protein ve nükleik asitlerin önemli bir bileşenidir. Ancak atmosferde serbest olarak bulunan azot canlılar tarafından doğrudan kullanılamaz. Azotun canlıların çoğunluğu tarafından kullanılabilmesi için azot fiksasyonu gerekir. Azot fiksasyonunda öncelikle toprakta bulunan azot bağlayıcı bakteriler tarafından azot (N_2), nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) gibi bileşiklere dönüştürülür. Baklagillerin kök yumrularında serbest yaşayan azot bağlayıcı bakteriler, serbest yaşayan azotobakteriler ve bazı siyanobakteriler atmosferdeki serbest azotu tutup toprakta nitrat tuzlarına dönüştürür. Buna **biyotik azot fiksasyonu** denir. Yıldırım ve şimşek gibi atmosferik olaylar sebebiyle atmosferdeki azot yağmurla toprağa geçer. Buna da **abiyotik azot fiksasyonu** denir. Amonyak toprağa bırakılır ve nitrifikasyon bakterileri tarafından önce nitrite (NO_2^-), sonra nitrata (NO_3^-) dönüştürülür. Bu olaya **nitrifikasyon** denir.





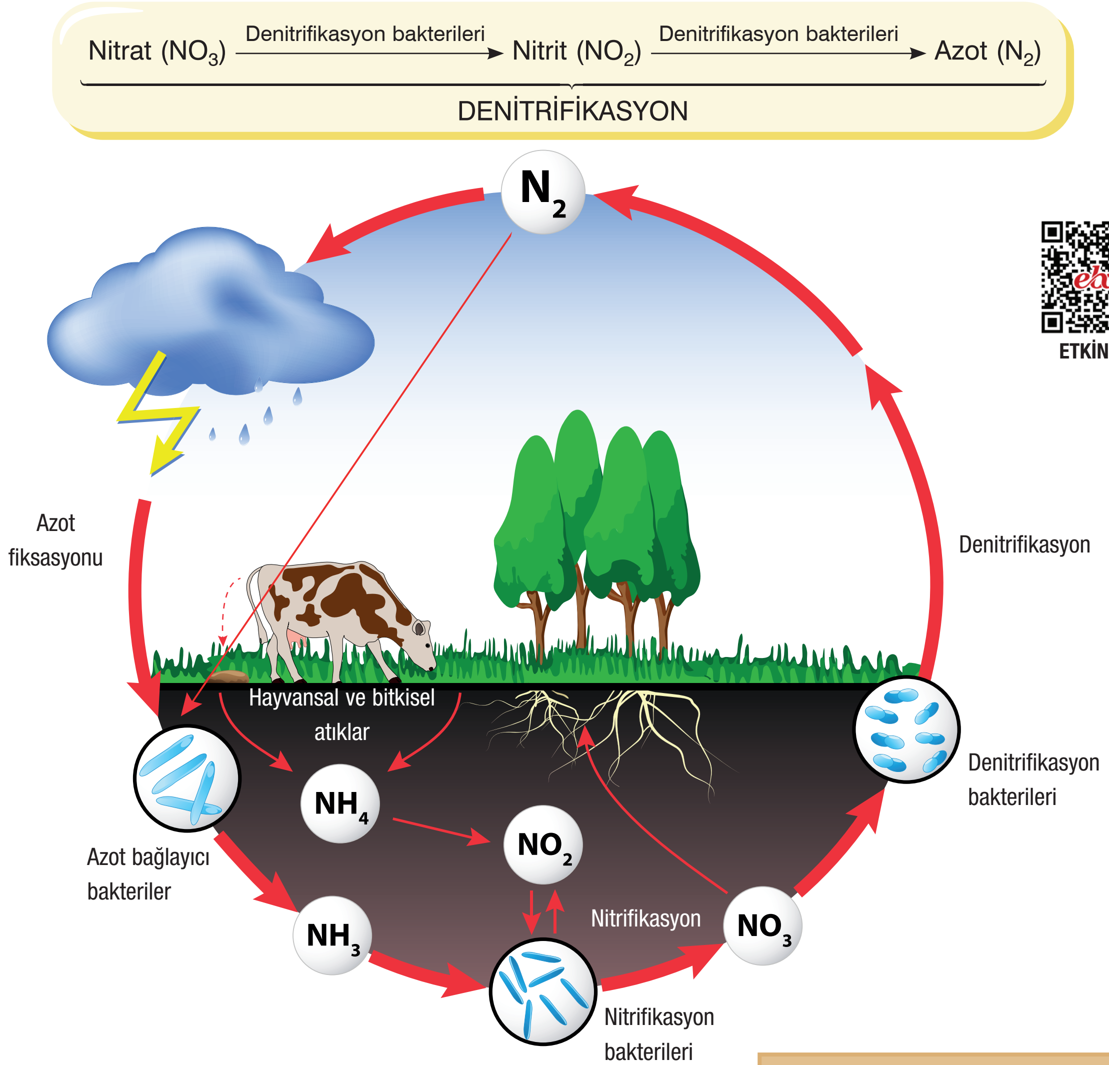
ETKİNLİK

Nitrifikasyon sonucunda amonyak, bitkilerin kullanabileceği nitrata dönüşmüş olur. Bitkilerin nitratı topraktan alıp protein gibi önemli moleküllerin oluşumunda kullanması ile azot, besin zincirine katılır.

Bitkilerin ya da hayvanların metabolik faaliyetleri sonucu atık üretmeleri ya da ölmeleri ile bazı ayrıştırıcılar devreye girer ve azot amonyak formuyla tekrar toprağa kazandırılır. Toprakta bulunan denitrifikasyon bakterileri tarafından nitrit veya nitrat, azot gazı şeklinde atmosfere geri verilir. Bu olaya **denitrifikasyon** denir ***(Görsel 3.32)***.

Nitrat (NO_3) —Denitrifikasyon bakterileri→ Nitrit (NO_2) —Denitrifikasyon bakterileri→ Azot (N_2)

DENİTRİFİKASYON



Görsel 3.32: *Azot döngüsü*

Bilinçsiz gübreleme sonucu ortamda bulunan azot miktarının artması, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve insanlarda çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olur. Örneğin toprak verimliliğini artırmak için azotlu gübre verilen otlak alanlarda doğal türlerin yok olduğu, bunun yerine yabancı ot türlerinin ortaya çıktığı görülmüştür.

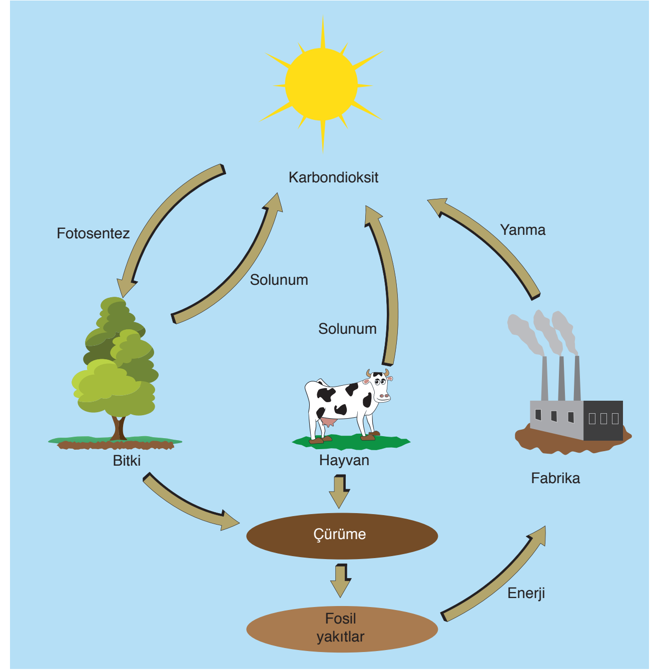
Araştırınız-Tartışınız

Toprakta bulunan denitrifikasyon bakterilerinin popülasyonunda aşırı bir artış meydana gelirse bu durum diğer canlıları nasıl etkiler? Tartışınız.

3.1.4.2. Karbon Döngüsü

Fosil yakıtlar, okyanuslardaki çözünmüş karbon bileşikleri, kireç taşları,sucul ekosistemlerdeki sedimentler ve canlıların biyokütleleri doğadaki karbon kaynaklarıdır. Karbonun en önemli deposu karbondioksit (CO_2) içeren atmosferdir. Diğer önemli karbon depoları ise deniz suyunda çözünmüş karbon bileşikleri, fosil yakıtlar ve kireç taşı kayaçlarıdır.

Karbon döngüsünün ilk aşamasında fosil yakıtların yakılması, canlıların solunum yapması, volkanik patlamalar, orman yangınları ve canlıların çürümesi sonucu açığa çıkan karbondioksit atmosfere yayılır. Atmosferdeki karbondioksit karada bitkiler, okyanusta fitoplanktonlar (bitki benzeri, mikroskobik canlılar) tarafından kullanılır ve fotosentez yoluyla besine çevrilir. Besine çevrilen karbon bitkiler ve hayvanlar tarafından enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Karbon canlı solunumu ve çürüme sonucu atmosfere tekrar yayılır. Karbon döngüsü bu şekilde devam eder ***(Görsel 3.33)***.



Görsel 3.33: *Karbon döngüsü*

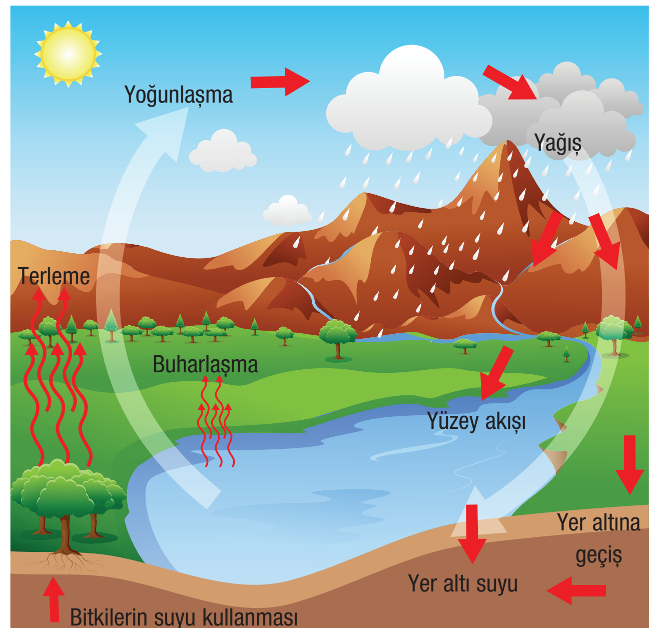
Sanayi Devrimi ile birlikte atmosferde bulunan CO_2 miktarı artmış ve bununla birlikte sera etkisi oluşmuştur. Sera etkisi, CO_2 ve diğer bazı zararlı gazların atmosferde bulunan yoğunluklarının artması sonucunda yerkürenin ısınması olayıdır. Son zamanlarda ormandaki ağaçların çeşitli sebeplerle katledilmesi, fosil yakıt tüketiminin ve tarımsal etkinliklerin artması, atmosfer ile toprak arasındaki dengeyi değiştirmektedir.

3.1.4.3. Su Döngüsü

Yeryüzündeki suyun büyük bir kısmı okyanuslarda, buzullarda, denizlerde, göllerde ve nehirlerde bulunur. Su döngüsü sayesinde yeryüzünden atmosfere, atmosferden ise yeryüzüne su geçişleri olur ***(Görsel 3.34)***.

Bilgi Kutusu

Dünya'nın yağış alan bölgelerinin %80'ini okyanuslar oluşturduğu için okyanuslara düşen yağmur miktarını belirlemek hem çok önemli hem de zordur. 2016'da yapılan bir çalışmayla dalgalara çarpan yağmur damlalarının sesi izlenerek okyanuslara düşen yağmur miktarı belirlenmiştir.



Görsel 3.34: *Su döngüsü*

Bilgi Kutusu

Yeryüzündeki suyun yaklaşık %98'i okyanuslarda, %0,001'den daha azı atmosferde bulunur.

Su döngüsünde birçok aşama bulunur. Bunlar yağış, yoğuşma, terleme, buharlaşma, yüzey akışı ve yer altı sularının okyanuslara taşınmasıdır. Güneş'ten gelen ısıyla buharlaşan yüzey suları atmosferde yoğunlaşarak bulutları oluşturur. Bulutlar rüzgâr yoluyla atmosferde farklı noktalara taşınır. Atmosferde nem oranının yüksek olduğu yerlerde ise bulutlardaki su; kar, yağmur ve dolu gibi farklı şekillerde yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan sular nehir, göl, dere ve bataklıklara karışır. Yeryüzüne ulaşan suyun bir kısmı bitkiler tarafından kullanılır ve terleme yoluyla atmosfere salınır. Bir kısmıysa toprak tarafından emilip yeraltında birikir. Yeraltı sularının bir kısmı kaynak suyu olarak yeryüzüne çıkar, diğer bir kısmıysa denizlere ve okyanuslara taşınır. Su döngüsü bu şekilde devam eder.

Ormanlık alanların yok edilmesi, suyun bitkiler tarafından terleme yoluyla atmosfere geri kazandırılmasını engeller. Yağmur ormanlarının büyük bir kısmı tarım arazisi açmak amacıyla yok edilmiştir. Bu durum atmosfer ile kara arasında gerçekleşen su döngüsünü olumsuz şekilde etkiler.

OKUMA PARÇASI

Azot Kirliliği Ekosisteme Zarar Veriyor

Tarımsal bitkileri gübrelemek için kullanılan sentetik azotlu bileşikler gittikçe artan dünya nüfusunu beslemek bakımından önemli rol oynuyor, ancak aynı zamanda atmosferi, toprağı ve suyu kirleterek yaşadığımız çevreye çok büyük zarar veriyor. Nature'da (Neyçır) yayımlanan ve 21 ülkeden 200 uzman tarafından ortaklaşa gerçekleştirilen bir çalışmada, azot kirliliğinin Avrupa'ya zararının yıllık 70-320 milyar avro arasında değiştiği belirtiliyor. Azot kirliliğinin küresel ısınmaya ve biyoçeşitliliğin azalmasına olan etkisi de dikkate alınarak hesaplanan bu ekonomik kayıp, azotlu gübrelerin kullanılması sonucu elde edilen kârdan neredeyse iki kat daha fazla. Uzmanlara göre doğada kendiliğinden oluşan azot döngüsü geçtiğimiz son yüzyılda uygulanan tarımsal faaliyetlerden hayli etkilendi. Açığa çıkan zararlı azotun yaklaşık %80'i tarımsal faaliyetler, özellikle de hayvancılık sektörü için yetiştirilen yem bitkilerinin gübrelenmesiyle oluşuyor. Aslında soluduğumuz havanın %78'inde bulunan ve vücudumuzun yaklaşık %3'ünü oluşturan azotun kendisi sorun yaratmıyor. Havada bulunan azot, durgun moleküler azot (N_2) hâlinde ve hiçbir kimyasal tepkimeye girmiyor. Sorun olan, yaşadığımız çevreye büyük hasar veren azot yani reaktif azot olarak adlandırılan bileşiklerdeki azot. (...) Değişmiş elektron yapısına sahip olan bu reaktif azot bileşiklerinin başlıca kaynağı sentetik gübreler ve aynı zamanda karbon kirliliğine de neden olan yanmış fosil yakıtlar. Tüm bitkiler büyümek için reaktif azota ihtiyaç duyar. Ancak gübrelerdeki azotun yaklaşık %50'sini bitkiler alır. Bitkilerdeki azotun %10-15 kadarı insanlar tarafından alınır. Geri kalanı toprağa, yer altı sularına ve nehirlere karışır, buradan da okyanuslara kadar taşınır. (...) Bunun sonucunda da küresel ısınma, insanlarda solunuma bağlı rahatsızlıkların artması, tarımsal ürünlerde verim kaybı, biyoçeşitliliğin azalması, asit yağmurları ve okyanuslarda oksijeni tüketen alglerin baskın hâle gelmesiyle deniz ürünlerinin azalması gibi çok önemli zararlar meydana geliyor. Azot kirliliği okyanusların büyük bir kısmını ölü alan hâline çevirebilir. Bunun en canlı örneğini Meksika Körfezi'nde görebiliyoruz. Azotlu gübre atıkları yüzünden Meksika Körfezi'nde yaklaşık 15 km^2 lik bir alanda oluşan azot protoksit (nitrous oxide, bir çeşit sera gazı) sonucunda tüm bu alanda biyolojik yaşam sona ermiş durumda. Uzmanlar, duyarlı ve etkin bir şekilde yapılan tarımsal uygulamaların bu sorunu birazcık olsun çözebileceğini düşünüyor. Örneğin gübrelenecek alanın ne kadar azota ihtiyacı olduğunu hesaplayan bilgisayar programları kullanılabilir, gübre ve pis su atıklarının daha etkin bir şekilde geri dönüşümü yapılabilir, organik tarım uygulamaları artırılabilir. (...)

Bilim ve Teknik, (2011, Mayıs), Sayı 522, s. 6.
(Kısaltılmıştır.)

2. BÖLÜM

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN



Anahtar Kavramlar

Çevre sorunu
Ekolojik ayak izi
Karbon ayak izi
Su ayak izi

Küresel İklim Değişikliği Ekosistemlere Ne Yapar?

Küresel iklim değişikliği doğrudan ve dolaylı sonuçlarıyla doğal ekosistemleri her geçen gün daha fazla etkiliyor. Buysa sayısız insan etkinliğinden dolayı zaten hassas durumda olan pek çok canlı türünün ve ekosistemin sürdürülebilirliğini tehlikeye sokuyor. (...)

İklim değişikliği deniz seviyesinde yükselmelere sebep oluyor. Sadece buzulların ve kara buzlarının erimesi değil ısınan deniz suyunun hacimce genişlemesi de bu yükselmeye katkıda bulunuyor. (...) Deniz seviyesinin yükselmesi sadece kıyı şeridinin içeri çekilmesine değil aynı zamanda haliçlerdeki ve koylardaki tuzluluk oranı ve su akıntılarında da değişikliklere sebep oluyor.

Küresel iklim değişikliği su döngülerinde de önemli değişimlere sebep oluyor. Baharda karın erken erimesi, nehirlerin azami debilerine daha erken ulaşması, dağ buzullarının erimesi, kutuplarda yazın buz miktarındaki çarpıcı düşüş bunlardan bazıları. Kış yağışları kar değil de yağmur olarak düşer ve dağlardaki kar yükü daha erken erirse doğal yaşamın ve tarımsal etkinliklerin suya en çok ihtiyaç duyduğu yaz boyunca yavaş biçimde salınabilecek, kar şeklinde depolanmış su miktarı daha az olur. Uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar, aşırı şiddetli yağışlar ve kasırgalar gibi uç hava olaylarının sıklığının artması da yine küresel iklim değişikliğiyle ilişkilendirilen olgular arasında. Küresel iklim değişikliği Kuzey Kutbu buzullarını da etkiliyor. (...)

İnsan etkinliklerinden kaynaklı olarak salınan karbondioksidin yaklaşık üçte biri çoktan okyanuslar tarafından emildi. Bu, atmosferdeki karbondioksit oranındaki yükselmeyi ve küresel ısınmayı hafifletti. Ancak karbondioksit suda çözününce suyu asitleştirme yani suyun pH'sini düşürme etkisine sahip karbonik asit oluşuyor. Bu da okyanus sularının kimyasal özelliğinin değişmesi anlamına geliyor. Böyle bir değişimin deniz ekosistemleri üzerinde kapsamlı etkileri olacağı düşünülüyor. (...)

Kara ve deniz ekosistemlerinde fenolojik değişimler (örneğin yaprak açma, çiçek verme zamanlarında, göç etmede ve üreme zamanlarında), türlerin dağılımındaki, yaşama birliklerinin yapısındaki, türlerin etkileşimlerindeki, ekosistemlerin işleyişi ve üretkenliğindeki değişimler gibi pek çok değişim gerçekleşiyor. Bazı türler yeterince hızlı yer değiştiremedikleri ya da uyum sağlayamadıkları için karşı karşıya kaldıkları yok olma riski daha yüksek oluyor. Sonuçta bulut ormanları ve mercan resifleri gibi ekosistemler, bütün olarak mevcut durumlarındaki işlevlerini sürdüremez hâle gelebiliyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2011, Eylül), Sayı 526, s. 52-59.
(Kısaltılmıştır.)

- Küresel iklim değişikliği nedir?
- Küresel iklim değişikliğinin cansız ortama etkisi nedir?
- Küresel iklim değişikliğinin canlılar üzerindeki etkileri nelerdir?
- Küresel iklim değişikliği okyanus sularının pH'sini hangi yönde değiştiriyor?
- Ekosistemleri olumsuz etkileyen diğer çevre sorunları nelerdir?



3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Canlı varlıkların hayati bağlarla bağlı oldukları, etkiledikleri ve etkilendikleri mekân birimlerine **canlıların yaşam ortamı** veya **çevre** denir. Dünyada hızla artan nüfusa paralel olarak plansız kentleşme, sanayileşme, enerji kullanımı, su kullanımı, atık çeşitliliği ve atık oluşumu, nükleer denemeler, hava kirletici kaynaklar ve bu kaynakların yoğunluğu, kullanılan tarım ilaçları, yapay gübreler ve deterjan gibi kimyasal maddelerin kullanımı da artmıştır. Bu artış giderek çevre kirliliğine neden olmuş ve çevre sorunları ortaya çıkmıştır. Çevre sorunları, tüm dünyayı olumsuz yönde etkileyen, ekolojik sistemlerde bozulmalar meydana getiren çevresel bozulmalardır. Küresel çevre sorunları arasında küresel iklim değişikliği, çölleşme, biyolojik çeşitliliğin azalması, ormansızlaşma, ozon tabakasının tahribatı, asit yağmurları, hava, su ve toprak kirliliği, tehlikeli atıklar, doğal kaynakların tükenmesi, deniz ve okyanus kirliliği, okyanusların asitlenmesi öne çıkmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de birtakım çevre sorunları bulunmaktadır. 2019 yılı verilerine göre illerin öncelikli çevre sorunları erozyon, atıklar, hava, su ve ses kirliliğidir ***(Görsel 3.35)***.

> **Bilgi Kutusu**
>
> Türkiye'de 1999 yılından bu yana çevre sorunları ve çevre sorunlarının önceliklendirilmesi çalışmaları devam ettirmekte ve periyodik olarak kamuoyuna bu değerlendirmeler aktarılmaktadır.



Görsel 3.35: *2019 yılı illerin birinci öncelikli çevre sorunları haritası*

https://webdosya.csb.gov.tr

Çevrenin korunmasında yapılması gereken en önemli çalışma kamuoyu bilincinin ve bu faaliyete katılımın artırılmasıdır. Çevre eğitimi ile insanlar ekolojik dengeyi ve bu denge içindeki rolleri anlayacaklar, çevreye karşı daha çok sorumluluk duyan, daha bilgili ve daha katılımcı bireyler hâline geleceklerdir. Çevrenin korunması her vatandaşın sorumluluğudur.

> **Bilgi Kutusu**
>
> T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, hava kalitesi izleme istasyonları genel ağ sayfasından yaşadığınız ilin hava kalitesi indeksine ulaşabilirsiniz.

3.2.1. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN AZALMASI

Bir ekosistemde, bölgede ya da dünyada yaşayan canlı türünün neslinin tükenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması anlamına gelir. Habitatların tahrip edilmesi, yabancı türlerin ortama girmesi ve ortamdaki kaynakların aşırı kullanımı biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır.

Habitatların insanlar tarafından tahrip edilmesi, biyosferdeki biyolojik çeşitlilik için büyük bir tehlike yaratmaktadır. Nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan veya nesli tükenmiş türlerin %73'ünün habitatları tahrip edilmiştir. Özellikle büyük bölgelerdeki habitat yıkımları birbiri ile etkileşim içinde olan ekosistemi birbirinden ayırmaktadır ***(Görsel 3.36)***. Bu durum tür kayıplarına neden olmaktadır.



Görsel 3.36: *Borneo'daki yağmur ormanlarının tahribi*

Biyolojik çeşitliliğin azalmasının nedenlerinden bir diğeri yabancı türlerin ortama girmesidir. İnsan faaliyetleriyle kendi doğal yaşam ortamından yeni bir yaşam ortamına taşınan türler **yabancı türler** olarak adlandırılır. 1750'lerden beri kaydedilen biyolojik çeşitliliğin %40'ının sebebi, yabancı türlerdir. Örneğin Avrupa kızıl tilkisi Avusturalya'ya getirilmiş ve o bölgede yaşayan bazı yerli memeli hayvanların neslinin tükenmesine neden olmuştur ***(Görsel 3.37)***.



Görsel 3.37: *Omnivor olan Avrupa kızıl tilkileri, Avustralya'da çok hızlı yayılarak ekolojik sorunları gündeme getirmiştir.*

Biyolojik çeşitliliği azaltan bir diğer etken ise aşırı kullanımdır. Aşırı kullanım, yabanıl hayvan ve bitkilerin kendini yenileme yeteneğinin çok üstünde tüketilmeleridir. Örneğin Afrika filleri, fil dişi için kaçak avlanmaktadır ***(Görsel 3.38)***. Bu nedenle son 50 yılda Afrika'daki fil popülasyonunda ciddi azalmalar meydana gelmiştir. Bir diğer örnek ise aşırı balık avıdır. Yılın belli dönemlerinde balık avının yasak olmasına rağmen ticari bakımdan önemli olan birçok balık türünde azalmalar görülmektedir.



Görsel 3.38: *Fil dişi, oymacılığın ve yontmacılığın pahalı ham maddesidir.*

Bir türdeki azalma veya yok oluş, onunla beslenen diğer türleri de etkilemektedir. Avcı türün ya da avın yok olması besin zincirinde bozulmalara neden olmaktadır. Besin zincirindeki bozulmalar ise ciddi çevre sorunlarını meydana getirmektedir. Çevrenin asli değerine karşı saygılı olmamız gerekmektedir. Biyolojik çeşitlilikte tüm türler doğrudan ya da dolaylı olarak birbirine bağlıdır. Kendi sağlığımız ve diğer canlılar için biyolojik çeşitliliği korumamız gerekmektedir.

3.2.2. HAVA KİRLİLİĞİ

Atmosferin yeryüzüne yakın katmanlarının %78'i azot, %21'i de oksijenden meydana gelmektedir. %1'i ise su buharı, argon, karbondioksit, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, ozon, ksenon gibi bileşik ve elementlerden oluşur. **Hava kirliliği**, atmosferde toz, duman, gaz, su buharı şeklindeki kirleticilerin insan ve diğer canlılara zarar verecek düzeye erişmesidir. Hava kirliliği ekosistemdeki döngüleri bozmakta ve insan sağlığını ciddi şekilde etkilemektedir.

Bilgi Kutusu

Vücut sağlığımız için son derece önemli olan ve mikroflora olarak adlandırılan doğal mikroorganizmalar hava kirliliği olan bölgelerde yaşayan insanlarda sayıca daha azdır.

Hava kirliliğinin en önemli etkenleri, bitkilerin tahrip edilmesi, orman yangınları, ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimi, sanayi faaliyetleri için kullanılan yakıtlar ve motorlu taşıt egzozlarıdır. Yapılan incelemelerde, hava kirliliğinin yaklaşık %60'ına egzoz gazlarının neden olduğu tespit edilmiştir ***(Görsel 3.39)***. Artan araç kullanımı ile kükürtdioksit, karbon monoksit, hidrokarbon, azot oksit, kurşun bileşikleri gibi zararlı gazlar atmosferde birikir.



Görsel 3.39: *Egzoz gazları hava kirliliğine sebep olmaktadır.*

Fosil yakıt tüketimi ile açığa çıkan CO_2 miktarı artış göstermektedir. Isınma amacıyla kullanılan düşük kaliteli kömür ile kullanılan kazanların düzenli bakımlarının yapılmaması özellikle kış aylarında hava kirliliğinin daha çok hissedilmesine neden olmaktadır.

Sanayi tesislerinde kükürtçe zengin maddelerin işlenmesi sonucunda kükürt düzeyi yüksek gazların atmosfere kontrolsüz bırakılması da hava kirliliğini ciddi şekilde arttırmaktadır ***(Görsel 3.40)***. Hava kirliliği, sanayi tesisleri çevrelerinde bulunan tarım ürünlerini, bitki örtüsünü ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir.



Görsel 3.40: *Fabrikalar çevreyi kirletmemek için gerekli önlemleri almalıdır.*

Dünyamızı saran atmosfer tabakası çeşitli katmanlardan meydana gelmiştir. Bu katmanlardan biri de ozon tabakasıdır. Bu tabaka Güneş'ten gelen zararlı ultraviyole (UVB, UVC) ışınların dünyaya ulaşmasını engellemektedir. Dolayısıyla koruyucu bir filtre görevi yapmaktadır. Ozon tabakası, Sanayi Devrimi ile birlikte atmosferde konsantrasyonu hızla artan çeşitli türdeki kirletici gazlardan dolayı zarar görmüştür. Bu tabakanın zarar görmesi özellikle cilt kanseri vakalarının artmasına neden olur.

Hava kirliliğini önlemek için alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

- ✔ Ormanların tahribatı önlenmeli ve yeşil alanlar arttırılmalıdır ***(Görsel 3.41)***.
- ✔ Fosil yakıt kullanımının yerine enerji kaynağı olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji kullanımı teşvik edilmelidir.
- ✔ Doğal gaz kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- ✔ Pencere, kapı ve bina izolasyonu yapılmalıdır.
- ✔ Kalorifer ve doğal gaz kazanlarının periyodik olarak bakımı yapılmalıdır.



Görsel 3.41: *Hava kirliliğini önlemek için ağaçlandırma yapılmalıdır.*

- ✔ Fabrikalar yaşam bölgelerinden uzağa kurulmalıdır.
- ✔ Sanayi tesislerinin çevresi ağaçlandırılmalıdır.
- ✔ Fabrikalara filtre sistemleri kurulmalıdır.
- ✔ Ulaşımda toplu taşıma araçları kullanılmalıdır.
- ✔ Araçların egzoz gazı emisyon ölçümleri periyodik olarak yapılmalı.
- ✔ Alternatif enerji kullanan motorlu taşıtlar tercih edilmeli ve özendirilmelidir.

Artan hava kirliliği; başta çeşitli solunum yolu hastalıkları, kalp ve damar yolu hastalıkları, kanser, immünolojik değişiklikler olmak üzere daha birçok hastalığa neden olmaktadır ***(Görsel 3.42)***.



Görsel 3.42: *Hava kirliliği çeşitli solunum yolu hastalıklarına neden olur.*

▷ Bilgi Kutusu

Dünya genelinde çöplerin %40'ından fazlası (günde 1,1 milyar ton) kontrolsüz bir şekilde yakılmakta ve bu durum hava kirliliğine neden olmaktadır.

3.2.3. SU KİRLİLİĞİ

Dünya'nın dörtte üçü sudur. Dünyanın canlıların yaşamına uygun olmasının temel sebebi bol miktarda su içermesidir. Ayrıca su birçok canlının yaşam alanını oluşturmaktadır. İnsanoğlu her zaman su kenarlarında yaşamayı tercih etmiş, uygarlıklar ve şehirler su kenarlarında kurulmuştur. Bugün dünya nüfusunun yaklaşık %70'i deniz ve okyanus kenarlarında yaşamaktadır.

Tüm organizmalarda en çok bulunan bileşen sudur ve suyun varlığı hayati önem taşır. Canlılar açlığa bir süre dayanabilse de susuzluğa o kadar uzun süre dayanamaz. Sıcak yaz günlerinde insanların en yakın dostu olan hayvanlar için sokağınıza bir kap içme suyu bırakabilirsiniz. Bu bizim insani sorumluluklarımızdan biridir.

Su kirliliği okyanus, deniz, nehir, göl ve yer altı sularında görülen kirliliği ifade etmektedir. Su kirliliği 1960'lı yıllardan bu yana insanlık için endişe verici duruma ulaşmıştır.

Suları kirleten kaynaklar; evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar olmak üzere üç başlık altında ele alınmaktadır.

Evsel atıklar, ev ihtiyaçlarının giderilmesinde kullanılan suyun arıtılmadan akarsu ve nehirlere verilmesi ile suyu kirletmektedir ***(Görsel 3.43)***. 19. yüzyıl başında Avrupa'da birçok ülke, lağım sularını nehirlere akıtarak yer üstü ve yer altı su kaynaklarının kirlenmesine yol açmıştır.



Görsel 3.43: *Evsel atıklar, su kaynaklarını kirletmektedir.*

▷ Araştırınız-Tartışınız

Türkiye'de yılda 1.500.000 ton bitkisel yemeklik yağ kullanılmaktadır. Bu yağdan yaklaşık olarak 350.000 ton atık yağ oluşmaktadır.

Bitkisel atık yağların çevreye verdiği zararları ve alınabilecek önlemleri araştırınız ve sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

Endüstri kuruluşlarının atık sularını arıtmadan su kaynaklarına bırakmaları, endüstriyel bazlı su kirliliğine yol açmaktadır ***(Görsel 3.44)***. Hatta toprağa gömülen endüstriyel atıklar, yağmur suları ve sızıntılarla birlikte yer altı sularında kirliliğe de neden olmaktadır.



Görsel 3.44: *Endüstriyel atıklar, su kirliliğine neden olmaktadır.*

Bilgi Kutusu

1 litre atık yağ, 1 milyon litre içme suyunu kirletebilir.

Tarımsal atıkların yol açtığı su kirliliğine ise bilinçsiz yapılan suni gübreleme ve zararlılarla mücadele ilaçlarının kullanımı neden olmaktadır.

Ötrofikasyon da kıyı alanlarda tür dağılımını ve ekosistemi olumsuz etkileyen bir çevre sorunudur. Ötrofikasyon; besin elementlerinin (genellikle fosfor ve azot bileşikleri) neden olduğu, göl, haliç ve kıyılarda meydana gelen, planktonların aşırı büyümesini tetikleyen bir süreçtir. Bu organizmaların aşırı üremesi sonucu suyun alt kısımlarına ışık geçemez. Organizmalar ölmeye başladıkça sudaki oksijen ve berraklık azalır, oksijensiz ortamda üreyen canlıların sayısı artmaya başlar. Bu olaya **ötrofikasyon** denir.



Görsel 3.45: *Su kirliliği suda yaşayan canlıların yok olmasına neden olur.*

Suyun çeşitli nedenlerle kirlenmesi, birçok bitki ve hayvanın yaşam alanlarının ve koşullarının değişmesine neden olmaktadır. Bu kirlilik özellikle suda yaşayan biyolojik çeşitliliğin yok olmasına neden olmaktadır ***(Görsel 3.45)***.

Suların kirlenmesi, insan sağlığına da zarar verir. Örneğin tifo, kolera gibi hastalıklar sularla bulaşmaktadır. Sulardaki kimyasal maddelerin meydana getirdiği kirlilik ise kansere neden olmaktadır.

OKUMA PARÇASI

Denizlerdeki Cıva Miktarı Giderek Artıyor

Cıva çok az miktarlarda dahi canlı sağlığını ciddi şekilde tehdit eden bir element. Doğadaki cıva miktarı insanoğlunun kömür yakma, çimento üretme ve madencilik gibi etkinlikleri ile devamlı olarak artıyor. İnsanların cıva ile ilgili maruz kalabileceği ciddi risklerden biri de tükettikleri deniz canlıları. Çevreye yayılan cıva okyanuslara ve su yollarına dağıldığında tükettiğimiz balıkların ve deniz canlılarının bünyesine girerek bizler için ciddi tehlike oluşturuyor. Daha büyük balıklar küçük balıkları tükettikçe cıva besin zincirinde ilerliyor. Vücutta giderek miktarı artan cıva ton balığı, kılıç balığı, köpek balığı, orkinos gibi balıkların vücutlarında, yaşadıkları çevrenin 10.000 katı daha yoğun hâle gelebiliyor. Bu yüzden cıva bulaşmış balığı yiyen insanlar yüksek miktarda cıva tüketme riski ile karşı karşıya. Cıva kokusuz, görünmez olduğundan ve balığın etinde biriktiğinden tespiti kolay olmuyor. En çok risk altında olanlarsa çocuklar ve kısırlığa neden olma ihtimali yüzünden kadınlar. Çok düşük miktarda cıva dahi çocuk gelişimini etkileyip yürümeyi ve konuşmayı geciktirip dikkat süresinin kısa olmasına neden olabiliyor. Doğum öncesi veya bebekken yüksek miktarda cıvaya maruz kalmak zekâ geriliği, beyin felci, sağırlık ve körlük gibi rahatsızlıklara neden olabiliyor. Yetişkinlerde cıva zehirlenmesi üreme ve kan basıncını olumsuz etkileyip hafıza kaybı, görme kaybı ve parmaklarda uyuşma gibi çeşitli rahatsızlıklara neden olabiliyor.

Bilim ve Teknik, (2014, Ekim), Sayı 563, s. 62-63.
(Kısaltılmıştır.)

3.2.4. TOPRAK KİRLİLİĞİ

Toprak; bitkilerin, mantarların, pek çok hayvanın ve mikroorganizmaların yaşam alanıdır. Bitkiler, besin üretebilmek için gerekli mineralleri ve suyu kökleriyle topraktan alır.

Toprak kirliliği, insan faaliyetleri sonucunda toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının bozulmasıdır ***(Görsel 3.46)***. Toprak kirliliği günümüzde küresel bir sorun hâline ulaşmıştır.



Görsel 3.46: *Evsel atıklar, toprak kirliliğine neden olmaktadır.*

Bilgi Kutusu

Yerleşim alanlarında oluşan evsel atıklar, toprak kirliliğini meydana getirmektedir. Türkiye'de günde ortalama 65-70 ton atık üretilmektedir.

İnsanlar doğrudan ya da dolaylı olarak toprak kirliliğine neden olmaktadır. Tarımda kullanılan ilaçlar, radyoaktif atıklar ve kirlenmiş sular toprak kirliliğinin başlıca nedenleridir. Egzoz ve baca gazlarından salınan çeşitli ağır metaller su buharı ile birleşip toprağa inerek toprağın yapısını bozar ***(Görsel 3.47)***.



Görsel 3.47: *Endüstriyel atıklar, toprak kirliliğine neden olur.*

Asit yağmurları, toprak kirliliğinin bir diğer nedenidir. Romanya'nın endüstri bölgesi olan Elatna'da toprağın %68'i ağır metal ve asit yağmurları tarafından kirlenmiştir.

Bilgi Kutusu

Kuzey Fransa'da tarım arazilerinde Zn, Cd ve Pb bulaşmış topraklarda, toprak canlılığı için gereken toprak solucanı türleri azalmıştır.

Toprak kirliliği, karasal ekosistem için hayati önem taşımaktadır. Toprak kirliliğinin önlenebilmesi için açığa çıkan atıkların geri dönüşüm, yeniden kullanım gibi yöntemlerle ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Toprağın doğal yapısının bozulması, başta bitkiler olmak üzere toprağa bağımlı yaşayan canlıları olumsuz etkiler ***(Görsel 3.48)***. Tarım alanlarında yapılan bilinçsiz gübreleme ve ilaçlama sonucunda kimyasallar toprağa bulaşarak bitkilere geçer. Bu zararlı kimyasal kalıntılar, besin zinciri yoluyla insan ve hayvanların vücutlarına geçerek alerjilere, karaciğer bozukluklarına ve zehirlenmelere neden olur.



Görsel 3.48: *Toprak kirliliğinden bitkiler de zarar görür.*

Toprak kirliliğinin temel sebebi insan faaliyetleridir ve aşağıda yer alan tedbirlerle bu kirliliğin önüne geçilebilir:

✔ Tarım arazisi olarak kullanılan yerlere sanayi tesislerinin kurulması engellenmelidir.

✔ Tarım ilaçları ve gübre kullanımı bilinçli yapılmalıdır.

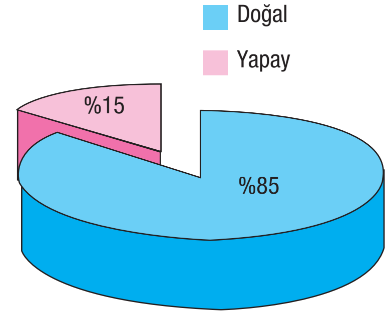
✔ Çöpler toprağa zarar vermeyecek şekilde toplanmalı ve imha edilmelidir.

✔ Geri dönüştürülebilir ambalajlar tercih edilmelidir.

3.2.5. RADYOAKTİF KİRLİLİK

Dünya'nın oluşumuyla birlikte tabiatta bulunan radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede normal ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuştur. İnsanlar hayatın bir parçası olarak uzay ve Güneş'ten gelen kozmik ışınlar, yer kabuğunda bulunan radyoizotoplar dolayısıyla toprak ve yapı malzemeleri, su ve gıdalar gibi doğal kaynaklardan yayılan radyoaktif ışınların etkisinde kalmaktadır.

Geçtiğimiz yüzyılda enerji üretimi, nükleer bomba denemeleri, tıp, endüstri, tarım, hayvancılık ve bazı teknolojik ürünler gibi yapay kaynaklı nedenler canlıların aldıkları radyoaktivite dozunu yükseltmiştir ***(Grafik 3.1)***. Canlılar radon, uranyum gibi radyoaktif elementlerin parçalanması sonucu oluşan parçacık ışınlarından veya elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılan ışınlardan olumsuz etkilenmektedir.



Grafik 3.1: *Dünya genelinde doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından alınan dozların oranı*

Bilgi Kutusu

Radyoaktivite üzerine yaptığı çalışmalarla iki farklı alanda Nobel Ödülü kazanan Marie Curie (Mari Küri), 1934 yılında Fransa'nın Savoy kentinde kan kanserinden öldü. Hastalığı, aşırı dozda radyasyona maruz kalmasına bağlandı. Bu yüzden ona "bilim için ölen kadın" denildi. Radyoaktivite çalışmalarından dolayı radyoaktivite birimine "curie" denilmektedir.

Nükleer enerji santralleri, nükleer silah üreten fabrikalar, radyoaktif madde artıkları radyoaktif kirlenmenin temel kaynaklarıdır ***(Görsel 3.49)***. Nükleer reaktörlerin atıkları ve parçaları, yüzlerce hatta binlerce yıl boyunca radyoaktif kalabilir.

Ayrıca bazı ülkeler, enerjisini nükleer reaktörlerle sağlayan gemi, denizaltı ve uçak gemisi gibi araçlar üretmiştir. Ekonomik olan bu araçların kaza ve arıza durumları potansiyel tehlike yaratmaktadır.



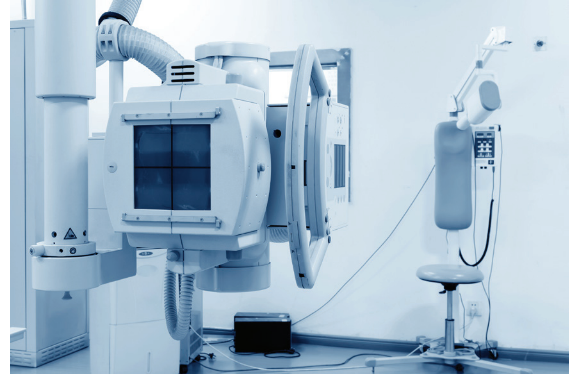
Görsel 3.49: *Nükleer enerji santrali*

1986'da Ukrayna'daki Çernobil Nükleer Santralinde meydana gelen patlama sonucunda ciddi sağlık ve çevre sorunları ortaya çıkmıştır ***(Görsel 3.50)***. Bölgede yaşayan birçok insan hayatını kaybetmiş; su, hava ve toprak kirliliği yaşanmıştır.



Görsel 3.50: *Çernobil'deki nükleer patlamanın ardından birçok şehir boşaltılmıştır.*

X-ışını cihazları; tıpta, radyoloji ve radyoterapi bölümleri ağırlıklı olmak üzere ameliyathaneler ve ortopedi, kardiyoloji gibi çeşitli kliniklerde, diş hekimliğinde ve veterinerlikte teşhis ve tedavi amacıyla kullanılır. Tıpta hastalık tanısı koymak için başvurulan röntgen cihazı da bir miktar radyasyon yaymaktadır ***(Görsel 3.51)***. Bu yüzden gebe kadınların röntgen çekimi yaptırması ve yapılan alana girmesi tehlikeli ve yasaktır. Radyoaktivite bulunan alanlarda uyarı amaçlı olarak radyasyonun varlığını gösteren işaret kullanılmaktadır ***(Görsel 3.52)***.



Görsel 3.51: *Röntgen cihazı*

Radyoaktif maddeler; yaymış oldukları proton, nötron, elektron ışınları ile hava, su, toprak gibi cansız varlıklara ve bu çevrede yaşayan canlılara zarar vermektedir. Yayılan bu ışınlar, canlıların DNA'sı ve diğer molekülleri üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır. Hatta hücre ölümlerini, kanserleşmiş hücreleri ve mutasyonları meydana getirebilmektedir.

İnsanlar tarafından besin zinciri yoluyla alınan radyoaktif maddeye maruz kalmış hayvansal (et, balık, süt, vb.) ve bitkisel ürünlerin bağışıklık sistemini olumsuz etkilediği bilinmektedir. Radyoaktif kirlilik insanlarda strese, uykusuzluğa ve depresyona neden olmaktadır.



Görsel 3.52: *Radyoaktivite işareti*

3.2.6. SES KİRLİLİĞİ

Ses, kaynağın titreşime başlamasıyla havanın geri itilip tekrar eski hâle gelmesiyle oluşur. Çeşitli kaynaklardan oluşan, hoşa gitmeyen, insanlar üzerinde olumsuz etkiler bırakan rahatsız edici sesler **ses kirliliği** olarak tanımlanır. Günümüzde büyük şehirlerde ses kirliliği oldukça fazladır. Bu durumun başlıca nedenleri trafik, inşaat ve sanayi kuruluşlarıdır ***(Görsel 3.53)***.



Görsel 3.53: *Trafik, ses kirliliği yaratır.*

Ses kirliliği insan sağlığını ciddi şekilde etkiler. Sesin şiddeti desibel (dB) cinsinden ölçülür. “0” dB insan kulağının işitebileceği en düşük ses olarak kabul edilmektedir. İnsan kulağının işitme eşiği 45-50 dB’dir. Bu düzeyi aşan sesler, insan kulağı için rahatsız edicidir. 80 dB’in üzerindeki sesler, kulakta çeşitli sorunlar oluşturabilir. Hatta 140 dB’i aşan sesler işitme kaybına ve önemli beyin hasarlarına neden olmaktadır ***(Görsel 3.54)***.



Görsel 3.54: *Çim kesme makinesini 8 saat dinlemek, işitme duyumuza zarar verir.*

Ses kirliliği, kan basıncının ve dolayısıyla kalp atışlarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca insanlar gürültülü ortamlarda verimli çalışamayacağı için yapılan işler aksayabilir.

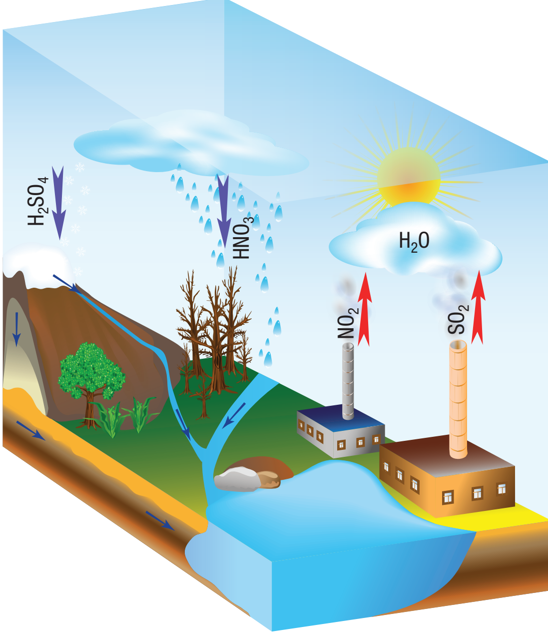
Evlerde ses kirliliği oldukça sınırlıdır. Ancak yüksek sesle müzik dinlemek, televizyonun sesini rahatsız edici şekilde açmak ses kirliliği yaratır.

3.2.7. ASİT YAĞMURLARI

Çeşitli yanma olayları sonucunda hava kirliliğine yol açan SO_2 (kükürtdioksit), NO_2 (azotdioksit) gibi gazlar atmosferde asit oluşumuna neden olmaktadır. Bu gazlar su buharı ile tepkimeye girdiğinde sülfürik asit (H_2SO_4) ile nitrik asit (HNO_3) oluşur. Sülfürik asit ve nitrik asit bulutlardaki su damlacıklarına katılarak yağmur suyunun asitliğinin artmasına neden olur.

Bilgi Kutusu

Atmosferde oluşan asit, yalnızca yağmurlarla değil kar, sis, havadaki gazlar ve tanecikler yoluyla da yeryüzüne inebilir.



Görsel 3.55: *Sülfürdioksit ve azotdioksidin emisyonu ile oluşan asit yağmurları*

Çok miktarda kükürt ve azot içeren bu tip yağmurlara **asit yağmurları** denir ***(Görsel 3.55)***. Yağan yağmurun, asit yağmuru olarak nitelenebilmesi için pH'sinin normal değer olan 5,5-5,6'nın altında olması gerekir.

Çeşitli gazların çıkışına neden olan volkanik patlamalar ve atmosferde nitrik asit oluşturan yıldırımlar gibi bazı doğal olaylar asit yağmurlarını meydana getirebilir. Ancak günümüzdeki asit yağmurlarının ağırlıklı nedeni insan faaliyetlerinde kullanılan kömür ve petrol gibi fosil yakıtlardır ***(Görsel 3.56)***.

Atmosferde biriken kirletici gazlar, rüzgârla birlikte kilometrelerce uzağa taşınarak asit yağmuru şeklinde farklı bölgelere yağabilir. Örneğin Kanada'da görülen asit yağmurlarının büyük bir çoğunluğunun Amerika Birleşik Devletleri'ndeki hava kirliliğinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.



Görsel 3.56: *Hava kirliliği asit yağmurlarına sebep olmaktadır.*



Görsel 3.57: *Asit yağmurları Nemrut Dağı anıtlarına zarar vermektedir.*

Asit yağmurları, son yıllarda ciddi çevre problemlerine yol açmaktadır. Özellikle ortamın pH'sini değiştirerek göl, deniz ve sulak alanlardaki canlıların yaşam alanlarını olumsuz etkiler. Asit yağmurları bitkilere zarar vermesinin yanında toprağın yapısını bozarak toprakta yaşayan mikroorganizmaların ölmesine ve bitki köklerinin zarar görmesine de sebep olmaktadır. Bu yağmurlarla bitkilere ve balıklara geçen ağır metaller besin zinciri yoluyla insanlara aktarılır ve çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir.

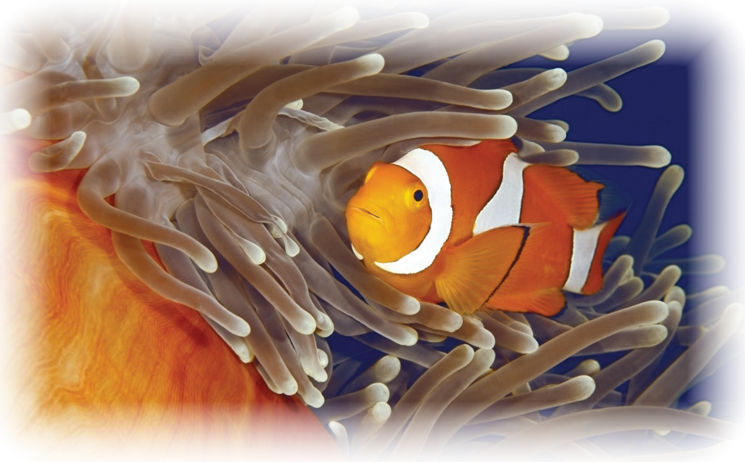
Asit yağmurları, kültür varlıklarını da aşındırarak olumsuz yönde etkilemektedir. Tarihî binalar, heykeller, Nemrut Dağı'nda olduğu gibi taş anıtlar yıpranmakta ve dağılmaktadır ***(Görsel 3.57)***.

Asit yağmurlarının olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla çeşitli ülkelerde yasal düzenlemeler yapılmaktadır.

OKUMA PARÇASI

Asitleşen Okyanuslarda Balıkları Bekleyen Tehlikeler

Sera gazlarının sıvılaşarak okyanuslara karışması sonucunda okyanusların gittikçe asitleştiği belirtiliyor. Rakamsal verilere bakıldığında 1751 yılındaki tahminî okyanus yüzeyi pH'sinin 8,25, 2004 yılında ölçülen değerin 8,14 ve 2100 yılındaki olası değerin 7,85 olacağı söyleniyor. Peki, bu durum sudaki hayatı gelecekte nasıl etkileyecek?



Uzmanlar, asitleşen okyanuslardaki balıkların tehlikeli seslere karşı ilgisiz kalacağı yönünde görüş belirtiyor. Özellikle genç balıkların doğal olarak geliştirdiği korkutucu sesten uzağa doğru yüzme davranışının sekteye uğrayacağı vurgulanıyor. İngiltere'de Bristol Üniversitesinde yapılan bir çalışmada, gittikçe asitleşen okyanus suyunun kimyasal yapısına benzer yapıya sahip bir ortamda yetiştirilen genç palyaço balığının, gündüz vakti avcılarla dolu bir mercan adasından kaydedilen seslerin yayıldığı hoparlöre doğru kayıtsızca yüzdüğü gözlemlendi. Genç turuncu palyaço balığı (*Amphiprion percula*) gibi sadece birkaç santimetre uzunluğunda olan balıklar için karşılaştıkları her şeyin avcı niteliğinde olabileceğini vurgulayan uzmanlar, genç balıkların kayalıklar arasında kendilerine yuva ararken normalde bu tür tehlikeli seslerin yayıldığı ortamlarda minimum düzeyde zaman geçirdiğini ve her zaman temkinli olduklarını belirtiyor. Ancak gelecekte olması tahmin edilen asitli koşullarda yetiştirilen aynı türdeki genç balıklar, zamanlarının neredeyse yarısını akvaryumun bu tür seslerin yayıldığı kısmında geçiriyor.

Sanayi Devrimi'nin başladığı zamandan beri tahminî olarak 142 milyar ton insan yapımı karbondioksidin okyanus sularına karıştığı söyleniyor. Deniz suyuna eklenen bu gaz, karbonik asit oluşmasına yol açıyor. Bu da önümüzdeki 650.000 yıl içinde okyanus suyunun asitlik derecesinin, pH skalasının asidik ucundaki değere hızla yaklaşacağının habercisi olarak gösteriliyor. (...)

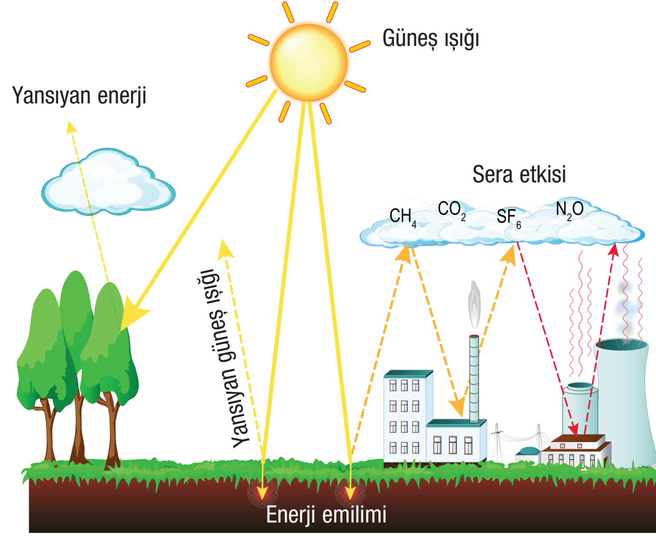
Bilim ve Teknik, (2011, Eylül), Sayı 526, s. 9.
(Kısaltılmıştır.)

3.2.8. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Küresel iklim değişikliği; endüstriyel, tarımsal ve enerji tüketimi gibi insani faaliyetler sonucu, atmosferde bulunan sera gazlarının artmasıyla meydana gelen küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiklikleridir.

Sera gazları, atmosferde ısı tutma özelliğine sahip gaz hâlindeki kimyasallardır. Su buharı (H_2O), karbondioksit (CO_2), diazot monoksit (N_2O), metan (CH_4) sera gazları arasında yer alır. Yeryüzüne gelen güneş ışığı atmosfere geri yansıdığında sera gazları tarafından tekrar yeryüzüne gönderilir. Isınan hava

yeryüzünde hapsolur. Buna **sera etkisi** denir ***(Görsel 3.58)***. Normal koşullarda canlılığın var olması için atmosferde belirli düzeyde sera etkisi vardır. Eğer doğal sera etkisi var olmasaydı yeryüzü sıcaklığı -18 °C olacaktı ve birçok canlı bu koşullarda yaşamını sürdüremeyecekti.



Görsel 3.58: *Sera etkisi*

Son yıllarda fosil yakıt tüketimi ile atmosferde bulunan sera gazları artış göstermiştir. Bu durum doğal sera etkisinin yanında atmosferde ve yeryüzünde ortalama sıcaklığın artmasına da neden olmaktadır. Bu yüzden küresel ısınmanın temel sebeplerinden olan fosil yakıtlara alternatif olarak biyoyakıt üretimi ve kullanımı teşvik edilmelidir.

Kloroflоro karbon (CFC) gazı, ozon tabakasındaki ozon ile reaksiyona girerek ozonun parçalanmasına neden olur. Böylece ozon tabakasında ozon derişimi azalır. Sera gazlarından olan kloroflоro karbon küresel ısınmanın da başlıca sebeplerindendir.

Bilgi Kutusu

KYOTO (Kiyoto) PROTOKOLÜ

Kyoto Protokolü, sera etkisi yaratan gazların salınımını (emisyonu) azaltmak üzere sanayileşmiş ülkelere çeşitli hedefler belirleyen uluslararası bir anlaşmadır. İki buçuk yıl süren müzakereler sonucunda 1997 yılında Kyoto'da kabul edilmiş, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz Protokol'e 2009 yılında taraf olmuştur. Protokol'e hâlen 191 ülke ve AB taraftır.

Küresel ısınma, yeryüzü sıcaklığında ve yağış örüntülerinde değişikliğe neden olduğundan canlıların yeryüzündeki dağılımını da etkiler. Bir tarafta yaşanan kuraklıklar nedeniyle çölleşme artarken diğer tarafta aşırı yağışlar nedeniyle sel baskınları görülmektedir ***(Görsel 3.59)***.





Görsel 3.59: *Küresel iklim değişikliliği ile bazı yerlerde kuraklık görülürken bazı bölgelerde aşırı yağış gerçekleşmektedir.*

Sıcaklık artışına bağlı olarak Batı Antarktika'da 10 yıl içerisinde 157 kilometreküp buzulun erimesi küresel ısınmanın bir kanıtıdır ***(Görsel 3.60)***. Bu erime, yeryüzündeki deniz seviyelerini 0,04 cm artıracak büyüklüktedir.



Görsel 3.60: *Buzulların erimesi canlı yaşamını tehdit etmektedir.*

Yeryüzü ortalama sıcaklığında meydana gelecek 1-2 °C'luk artışın ekosistemin yaklaşık %10'unu etkileyeceği öngörülmektedir. Küresel iklim değişikliği sonucunda meydana gelen kuraklık, sel baskınları, buzulların erimesi gibi doğal afetler birçok canlının yaşam alanlarını ortadan kaldıracaktır. Artan sıcaklıklara bağlı olarak birçok tür yaşamlarını sürdürebilmek için kuzey bölgelere ya da yüksek rakıma sahip alanlara göç edecektir. Ayrıca sıcaklık değişimlerine hassas olan canlı türlerinin nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır. Yaşanacak kuraklıklar nedeniyle yıkıcı yangınların meydana gelmesi biyolojik çeşitliliği ciddi şekilde etkileyecektir.

Üç tarafının denizlerle çevrili olması ve farklı iklim koşullarının hüküm sürmesi gibi nedenlerle ülkemiz küresel ısınmadan en fazla etkilenecek ülkeler arasındadır. Küresel ısınmanın artmasıyla Güney Doğu ve İç Anadolu'nun çölleşme tehlikesiyle karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir.

OKUMA PARÇASI

Paris Anlaşması'na Rağmen Yüzyıl Sonunda 3,4 °C Isınabiliriz!

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından yayımlanan bir rapora göre iklim değişiminin tehlikeli boyutlara ulaşmasını durdurma şansını yakalayabilmek için insanlığın sera gazı salımını azaltma çabalarını acilen ve kati olarak hızlandırması gerekiyor.

Neredeyse tüm ülkelerin imzaladığı, iklim değişimine karşı küresel mücadeleyi konu alan Paris Anlaşması'nın 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmesinden bir gün önce yayımlanan rapora göre mevcut gidişat devam ederse 2030'da gerçekleşecek sera gazı salımı, küresel ısınmayı 2 °C'luk kritik düzeyin altında tutmak için gerekli salım düzeyini %25 oranında aşacak.

Rapor, geçen yıl Paris'te kabul edilen anlaşma uyarınca ortaya konan taahhütler eksiksiz olarak yerine getirilse bile sera gazlarının salımı ivedilikle daha fazla azaltılmadığı sürece Dünya'nın yüzyıl sonunda 2,9 °C ila 3,4 °C'luk bir sıcaklık artışına doğru ilerlediği konusunda uyarıyor.

Paris Anlaşması, endüstrileşme öncesi döneme göre küresel ortalama sıcaklık artışını 2 °C'un çok altında ve mümkünse 1,5 °C ile sınırlı tutma amacına yönelik taahhütler içeriyor. Anlaşmada bunun iklim değişiminin risklerini ve etkilerini azaltacağı belirtiliyor. (...)

UNEP başkanı, Paris Anlaşması iklim değişimini yavaşlatacak olsa da ciddi bir iklim değişimini önleme şansı yakalamak için bunun yeterli olmadığını belirtiyor. Tedbirler alınmaya başlanmazsa yakın gelecekte büyük bir insanlık trajedisine tanık olabileceğimizi, iklim değişimi sonucunda açlığın, yoksulluğun, hastalıkların ve siyasi anlaşmazlıkların mağduru olan ve sayıları giderek artan göçmenin başarısızlığımızın hatırlatıcısı olacağını belirtiyor. UNEP raporunda 2030'a gelindiğinde sera gazları salımını büyük ölçüde azaltabilecek çeşitli eylemler de belirleniyor.

Bilim ve Teknik, (2016, Aralık), Sayı 589, s. 9.
(Kısaltılmıştır.)

3.2.9. EROZYON

Zaman içerisinde verimli üst toprak katmanının akarsu, çığ, rüzgâr ve yağış gibi etkilerle aşınıp başka bir yere taşınmasına **erozyon** denir ***(Görsel 3.61)***. Dünya'nın oluşumundan beri var olan erozyon, insan müdahalesiyle artmaktadır.

Erozyona sebep olan faktörler; iklim, toprak özellikleri, topoğrafya, bitki örtüsü ve insan faktörü olmak üzere 5 grupta incelenebilir. İnsan faktörü dışındaki diğer faktörler doğal erozyon faktörleri olarak tanımlanır.

Bilgi Kutusu

Erozyon nedeniyle her yıl dünyada 75 milyar ton, Türkiye'de ise 500 milyon ton toprak kaybı olmaktadır.

İklimsel faktörlerden yağışın türü, şiddeti, miktarı, süresi ve mevsimsel dağılışı erozyonu meydana getiren etkenlerdir. Toprak özellikleri, toprağın içerdiği organik madde miktarı gibi nedenler erozyonun oluşumuna neden olmaktadır. Topoğrafya eğim, havza büyüklüğü ve şekli de erozyona yol açabilir ***(Görsel 3.62)***.



Görsel 3.61: *Yağışlar erozyona neden olabilir.*



Görsel 3.62: *Eğimli toprakta erozyon*

Bitki örtüsü yağmur damlalarının çarpma etkisini azaltmakta ve toprak aşınımını engellemektedir. Ancak tahrip edilen bitki örtüsü, toprak taşınmasını kolaylaştırır. Özellikle son yüzyılda nüfus artışına bağlı olarak besin maddesi ve tarım amaçlı yeni arazi ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle doğal alanlardaki bitki örtüsü yok edilmiştir. Bu topraklar, yağışlı bölgelerde yağmur sularıyla, kurak bölgelerde rüzgârlar nedeniyle erozyona uğrayarak aşınıp taşınmış ve işlevlerini yitirmiştir ***(Görsel 3.63)***.

Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafi konum, iklim, topoğrafya ve toprak şartları, toprak bozulmasına ve kuraklığa karşı hassasiyeti artırmaktadır. Türkiye'de erozyonun sebepleri arasında insan faktörü ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'de tarım alanlarının %59'unda, orman alanlarının %54'ünde ve mera alanlarının %64'ünde aktif erozyon bulunmaktadır.



Görsel 3.63: *Erozyon nedeniyle yılda 90 milyon ton civarında besin maddesi toprak ile yok olmaktadır.*

Erozyonla mücadelede insan müdahalelerinin önlenmesine yönelik idari tedbirler, yüzey erozyonunu önleme amaçlı ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmaları gibi kültürel tedbirler, yamaç ve oyuntu ıslahına yönelik yapısal faaliyetleri içeren mekanik tedbirler alınmaktadır ***(Görsel 3.64)***. Örneğin Konya'nın Karapınar ilçesi 1960'lı yıllarda şiddetli rüzgâr erozyonu nedeniyle göç tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır. Konya Karapınar havzasında; yerleşim yerlerinde, mera ve tarım alanlarında şiddetli rüzgârın sebep olduğu kum fırtınalarının zararlarından korunmak ve hüküm süren kurak iklim etkisi ile tahrip olan bitki örtüsünü yeniden canlandırmak amacıyla Orman Genel Müdürlüğü tarafından Karapınar Rüzgâr Erozyonu Önleme Projesi çalışmaları yapılmaktadır.




Görsel 3.64: *Türkiye'de erozyon ile mücadelede yapılan bazı mekanik tedbirler*

Erozyonun zararları şunlardır:

- ✔ Bitki örtüsünün yok olması, erozyonun yanı sıra toprak kayması, sel, taşkın ve çığ felaketlerini artırır.
- ✔ Erozyonla sadece toprak değil toprakta bulunan organik maddeler, mikroorganizmalar da taşındığından toprağın verimi azalır.
- ✔ Verimsizleşen ve yok olan tarım arazileri, üzerinde yaşayanları besleyemez duruma gelip kırsal kesimden kentlere doğru göçü artırarak büyük ekonomik ve toplumsal problemlere yol açar.
- ✔ Erozyon sonucu taşınan verimli topraklar, baraj göllerini doldurarak barajların ekonomik ömürlerini kısaltır.
- ✔ Yeşil örtü ve toprağın elden gitmesi iklim değişikliğini hızlandırır, ekolojik dengenin bozulmasına sebep olur ve ekosistemde biyolojik çeşitliliği azaltır.
- ✔ Bitki örtüsü ve toprağın olmadığı bir yüzey, kar ve yağmur sularını ememediğinden doğal su kaynakları düzenli ve sürekli olarak beslenemez.

Araştırınız-Tartışınız

Erozyonu önlemek amacıyla alınabilecek önlemler nelerdir? Araştırarak sınıfta tartışınız.

Bilgi Kutusu

2019 yılında 11 Kasım Millî Ağaçlandırma Günü olarak ilan edildi. 11 Kasım 2019'da 81 ilde 11 milyon fidan dikildi. "Geleceğe Nefes Ol" sloganıyla düzenlenen millî ağaçlandırma seferberliği T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının koordinasyonuyla tüm yurtta eş zamanlı olarak gerçekleştirildi.



ETKİNLİK

DENEY 3.2

Erozyon Nasıl Oluşur?




Deneyin Amacı

Toprağın verimli kısmının eğimli arazilerle nasıl taşındığını modelleme

Araç Gereçler

Su (2 lt), toprak (1 kg), çimli toprak (1 kg), iki adet aynı boyutlarda plastik şişe (1 lt'lik boyutlarda), iki adet eşit boylarda tahta parçası, iki adet plastik küçük kap, makas veya bıçak.

Uygulama

- İki adet pet şişeyi toprak ve çimli toprağı yerleştirebilecek şekilde yan yüzeylerinden kesiniz.
- Aynı özellikte olan 1 kg'lık toprağın birincisini yatık olan şişelerden ilkine doldurunuz.
- İkinci şişeye ise çimli toprağı yerleştiriniz (Eğer aynı özelliklerde çimli toprak temin edemezseniz toprağa buğday tohumu atıp çimlenmesi için bekleyebilirsiniz.).
- Şişelerin ağız kısımlarındaki kapaklarını çıkartınız.
- Tahta parçalarını, dikey ekseni üzerinde yatık olan şişelerin alt kısmına yerleştiriniz ve şişelerin ağız kısımlarını küçük plastik kapların içerisine doğru konumlandırınız.
- Her iki şişeye eşit miktarda ve hızda su dökünüz.




Değerlendirme

- Hangi plastik kaba daha fazla su doldu?
- Hangi kaptaki toprak, su ile birlikte taşındı? Nedenlerini tartışınız.

OKUMA PARÇASI

İnsanlar Doğal Süreçlerden 100 Kat Fazla Erozyona Sebep Oluyor

(...) Toprağın üst katmanındaki materyal doğal süreçlerin örneğin rüzgârın ve yağmur sularının etkisiyle farklı bölgelere taşınabiliyor. Ancak insan kaynaklı etkinliklerin yer kabuğu üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi için geçmiş dönemlerdeki erozyon hızının belirlenmesi gerekiyor. Bu amaçla Vermont Üniversitesi ve Imperial College London'dan (İmperiyıl Kalıç Landın) araştırmacılar, ABD'nin güneydoğusunda yerel ormanların yok edildiği ve yoğun tarım yapılan geniş bir nehir havzasında geçmiş yıllarda meydana gelen erozyonun hızını belirledi. Sonuçlar Avrupalı yerleşimcilerin gelişinden sonra 1800'lerin sonu 1900'lerin başından itibaren bölgede gerçekleşen erozyonun hızında önemli bir artış olduğunu gösteriyor.

Araştırmacılar erozyon hızını belirleyebilmek için yeni bir yöntem kullandı ve erozyon sonucu yamaçların alt kısımlarına ve nehir tabanlarına taşınan materyallerden alınan örneklerdeki berilyum-10 izotopunun miktarını ölçtü. Berilyum-10 atmosferdeki hafif elementlerin kozmik ışınlarla çarpışması sonucu oluşuyor. Ortalama yarı ömrü yaklaşık 1,5 milyon yıl olan berilyum-10 izotopu yağmur suları ile taşınarak toprağın üst kısımlarında birikebiliyor. Bu nedenle erozyon hızının düşük olduğu durumda toprağın üst kısmında biriken berilyum-10 miktarı artıyor.

Sonuçlar bölgedeki erozyon hızının insan yerleşimlerinden sonra 100 kat arttığını gösteriyor. Araştırmacılar erozyon sonucu geçmişte binlerce yılda kaybedilen materyalin, insanların tarım ve yerleşim amacıyla ormanları yok etmesi nedeniyle onlarca yılda kaybedildiğini söylüyor.

Bilim ve Teknik, (2015, Mart), Sayı 568, s. 5.
(Kısaltılmıştır.)

3.2.10. DOĞAL HAYAT ALANLARININ TAHRİBİ

Ekosistemler, doğal yaşam alanlarını içermektedir. İnsan da ekosistemin bir parçasıdır. Ancak daha önce değinildiği gibi artan insan nüfusu, sanayileşme, hava, su, toprak ve radyoaktivite kirliliği, asit yağmurları, sera etkisi, küresel iklim değişikliği, erozyon gibi insan faaliyetlerinin sonucu olarak ekosistemlerdeki dengeler bozulmaktadır.

Doğal hayat alanlarının yok edilmesi, biyolojik çeşitlilik için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Doğal hayat; tarım, ormancılık, şehirleşme, madencilik ve çevre kirliliği gibi genellikle insan müdahalesi ile tahrip olmaktadır. Örneğin tarla açmak için kenarlarda bulunan çalılıkların kesilmesiyle birçok bitki ve hayvan türünün barınma alanları yok edilmektedir.

Soyu tükenmiş ya da tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalan türlerin %73'ünün doğal hayat alanları tahrip edilmiştir. Örneğin ülkemizin doğal zenginliklerinden olan tıbbi ve ekonomik önemi bulunan lale, orkide gibi soğanlı bitkilerin aşırı toplanması ve ticaretinin yapılması, çoğu endemik olan bu türleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmıştır. Anadolu orkidelerinin toprak altı yumruları, sahlep yapımı için bilinçsiz olarak toplanmaktadır ***(Görsel 3.65)***.



Görsel 3.65: *Anadolu orkidelerinin yumruları sahlep yapımında kullanılır.*

Büyük bölgelerdeki doğal hayat alanlarına yapılan müdahaleler nedeniyle ekosistem grupları küçük parçalara ayrılmıştır. Örneğin Meksika'da bulunan tropikal yağmur ormanlarının %92'si tahrip edilmiştir. Doğal hayat alanlarının parçalanması ise tür kayıplarına yol açmaktadır.

Doğal hayat alanlarının yok edilmesi biz insanlara zarar verecektir. Çünkü insanların yaşamını sürdürebilmesi de diğer canlı türlerinin varlığına bağlıdır.

Bunun için ekosistemde bulunan tüm canlıların yaşam hakkına saygılı davranmak, bu canlıların yaşam alanı olan doğal alanları ve bu alanlarda var olan yaban hayatını tehdit eden faktörleri bilmek ve engellemek her bireyin görevidir.

Bilgi Kutusu

Dünya genelinde doğal ve yarı doğal ekosistemler büyük bir tehdit altındadır. Örneğin 1990-2020 yılları arasında küresel ölçekte ormansızlaşma süreci ile kaybedilen toplam orman alanı miktarı 420 milyon hektar olarak hesaplanmıştır.

ETKİNLİK 3.2

Drama Yapıyoruz

- Ülkemizde nesli tükenmiş olan canlılar hakkında araştırma yapınız.
- Araştırılan canlılardan birini seçip seçiminizi söylemeden sınıfın karşısına geçerek yüzünüzü gruba dönünüz.
- Arkadaşlarınızdan seçmiş olduğunuz canlıyı tahmin etmeleri için o canlıya ait beslenme şekilleri, yaşam alanı gibi sorular sormalarını isteyiniz.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Sınıfta yapılan tahminleri tahtaya yazınız.
- Bir canlının doğada olmaması durumunda diğer canlılar nasıl etkilenir?
- Her bir canlının ekosistemdeki yerini ve önemini tartışınız.

3.2.11. ORMAN YANGINLARI

Ormanlar, canlılar için birçok açıdan önemli bir yere sahiptir. Ormanlar, insanlara sağladığı iş imkânları gibi ekonomik işlevlerinin yanı sıra ekolojik birçok işleve sahiptir.

Karasal ekosistemdeki oksijenin kaynağı yeşil bitkilerdir. Canlıların enerji ihtiyacı için gereksinim duyduğu oksijeni sağlayan bitkiler, bölgenin iklimini de belirler. Çünkü bitkiler terleme ile atmosfere su buharı kazandırarak çevrenin nem ve sıcaklığını etkilemektedir.

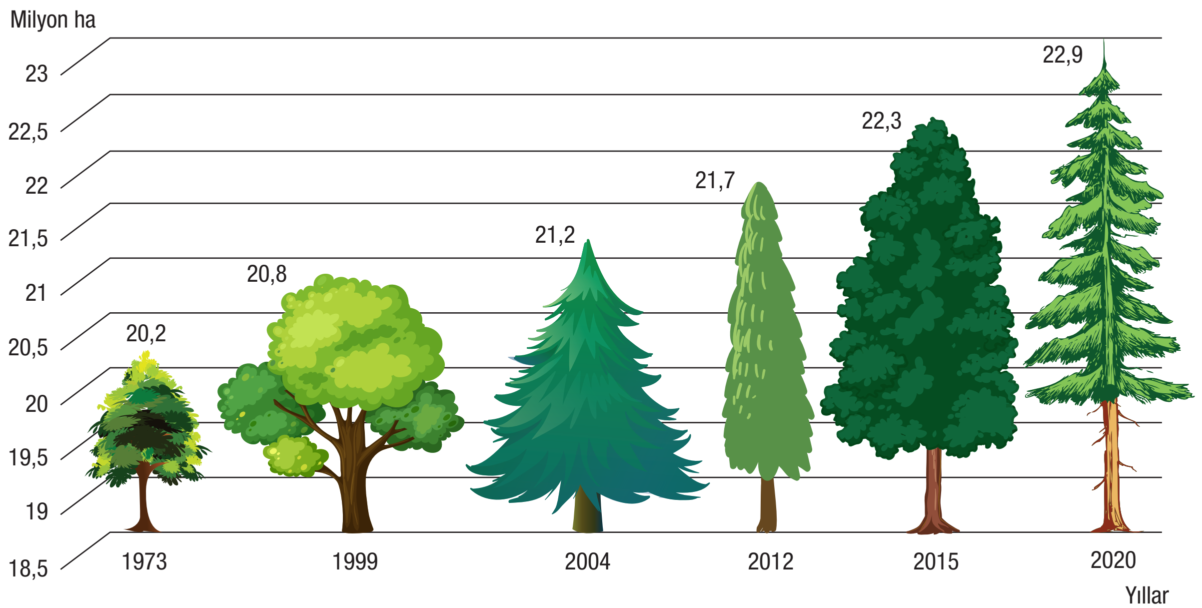
Artan nüfus ve sanayileşmeye paralel olarak atmosfere verilen karbondioksit (CO_2) miktarı artış göstermektedir. Atmosferde artan CO_2 in sera etkisini arttırdığını biliyoruz. Ormandaki bitkiler, fotosentez sayesinde atmosferdeki CO_2 i kullanarak organik moleküller sentezlemesinin yanında ortama oksijen kazandırır. Böylece atmosferdeki sera gazlarından biri olan CO_2 miktarı azalmış olur.

Ormanda bulunan ağaçların kökleri toprağı tutarak erozyona engel olur. Ayrıca iyi ve kaliteli içme suyunun elde edilmesine de katkıda bulunur. Doğal su döngüsünün sürdürülebilir olması ormanların varlığına bağlıdır. Ormanlar birçok canlı türü için ev sahipliği yapar ***(Görsel 3.66)***.



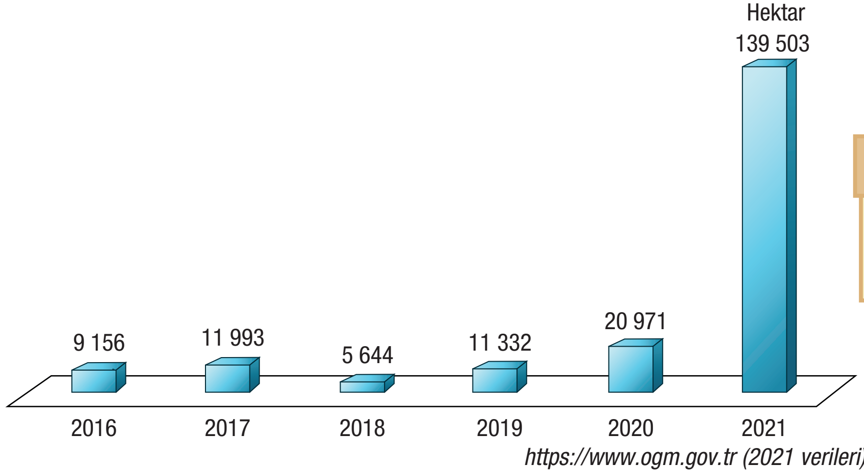
Görsel 3.66: *Dünya'nın %7'sini kaplayan yağmur ormanları, yeryüzündeki bitki ve hayvan türlerinin %80'ini barındırır.*

Bu bilinçle ülkemizdeki orman alanları gün geçtikçe artırılmaktadır ***(Grafik.3.2)***. Ancak her yıl orman alanlarının büyük bir kısmı orman yangınları nedeniyle kısmen ya da tamamen yok olmaktadır. Orman yangınları, sebep oldukları kalıcı zararlardan dolayı en büyük çevre sorunlarından biridir.



Grafik 3.2: *Geçmişten Günümüze Türkiye Orman Varlığı*

Son zamanlarda bilinçsiz insan davranışının yanı sıra küresel ısınma sonucu artan sıcaklıklar da orman yangınlarına neden olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ne yazık ki ülkemizde de her yıl binlerce yangın meydana gelmekte ve yüz binlerce hektar ormanlık alan yok olmaktadır ***(Grafik 3.3)***.



Grafik 3.3: *Ülkemizde 2016-2021 yılları arasında yanan orman alanları*

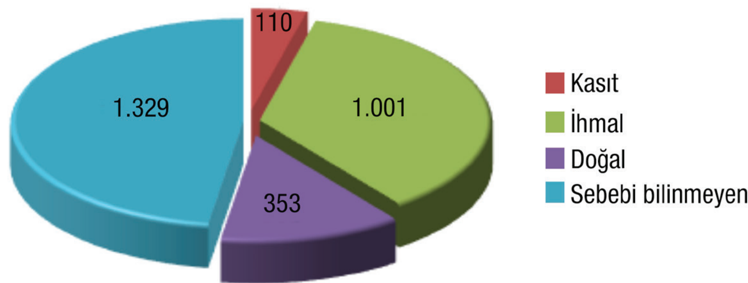
Araştırınız-Tartışınız

Anız yakmanın zararları nelerdir? Tartışınız.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının verilerine göre sadece 2021 yılında 2793 yangın çıkmış ve 139.503 hektar alan yok olmuştur. Bu yangınların 110'nu kasıtlı, 1001'i ihmal nedeniyle ortaya çıkmıştır ***(Grafik 3.4)***. İhmal nedeniyle ortaya çıkan yangınların çıkış sebeplerinden bazıları anız ve çöp yakma, avcılık, piknik ateşidir ***(Görsel 3.67)***. Kasıtlı olarak ortaya çıkan yangınların sebepleri arasında ise terör, kundaklama ve tarım arazisi için yer açmak dikkati çekmektedir.



Görsel 3.67: *Piknik alanlarında ateş yakılmamalıdır.*



Grafik 3.4: *2021 yılında çıkış nedenlerine göre yangın adetleri*

Ormanlar millî servetimizdir. Orman yangınlarına karşı alabileceğimiz kişisel önlemler arasında ormanda ateş yakmamak, ormanlara cam ve cam kırıkları atmamaktır. Orman yangını gördüğümüzde ise 177 numaralı orman yangını ihbar hattına veya 112 Acil Çağrı Merkezine bildirmek her bireyin sorumluluğudur.

OKUMA PARÇASI

Dünya'nın Ciğerleri Tropikal Ormanlar

Atmosferin ısınmasına sebep olan ve sera gazları olarak adlandırılan gazlardan biri de karbondioksit. (...) Bu bileşik, bitkiler tarafından oksijen ve besin üretmek için kullanılıyor. Özellikle ormanlar, atmosferdeki karbondioksit miktarını büyük ölçüde azaltıyor. İnsan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan karbondioksidin yaklaşık %30'unun bitkiler tarafından fotosentezde kullanıldığı düşünülüyor.

Geçmişte Kanada ve Sibirya gibi Kuzey Kutbu'na yakın bölgelerdeki ormanların diğer ormanlardan daha fazla karbondioksit soğurduğu düşünülüyordu. Ancak NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından elde edilen veriler kullanılarak yapılan son tahminler, tropikal ormanların düşünülenden çok daha fazla karbondioksidi atmosferden uzaklaştırdığını gösteriyor. Tropikal ormanlar her yıl yaklaşık 1,4 milyar ton karbondioksit soğuruyor. Dünya genelinde bitkiler tarafından kullanılan toplam karbondioksit miktarı ise 2,5 milyar tondur.

(Genel ağdan alınmıştır.)

3.2.12. İNSANIN ÇEVRE SORUNLARININ ORTAYA ÇIKMASINDAKİ ROLÜ

Ekosistemin bir parçası olan insan, ekosistemdeki işleyişe müdahale etmiş ve onarılması neredeyse imkânsız çevre felaketleriyle karşı karşıya kalınmıştır. Özellikle Sanayi Devrimi'yle birlikte başlayan yoğun endüstrileşme süreci, kentleşme ve demografik sorunlar, doğanın hızla tahrip edilmesine ve doğal yaşamın sekteye uğramasına neden olmuştur.

İnsan kaynaklı değişiklikler sonucu ekosistemlerin gördüğü zarar ve kendini yenileme için gerekli şartlar değişik yöntemlerle hesaplanır. Yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanları ekolojik ayak izi, karbon ayak izi ve su ayak izidir.

Bilgi Kutusu

İnsan faaliyeti nedeniyle atmosfere salınan karbondioksit, metan, azot gibi gazların miktarının yeryüzü tarafından doğal olarak emilen sera gazı miktarıyla dengelenmesi ve karbon nötr olmasına **net sıfır emisyon** denir.

Net sıfır emisyon kavramı ilk olarak 2015'te imzalanan Paris Anlaşması'nda kullanılmıştır.

3.2.12.1. Ekolojik Ayak İzi

Ekolojik ayak izi; birey, şehir ya da ülkenin tüketeceği kaynakları üretmek ve oluşan atıkları yok etmek için gereken kara ve su alanlarının toplamıdır.

Ekolojik ayak izi hesaplanırken iki temel nokta vardır. İlk olarak tüketilen kaynakların ve üretilen atıkların belirlenmesi, ikinci olarak ise ihtiyaç duyulanların üretimi ve oluşan atıkların yok edilmesi için gerekli verimli alanın belirlenebilmesidir. Ekolojik ayak izinizi hesaplarken sahip olduğunuz ev, elektronik eşyalar, tüketilen kimyasal ürünler vb. göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırınız-Tartışınız

Kendi ekolojik ayak izinizi etkileyecek ne gibi tercihler yapabilirsiniz? Tartışınız.

Dünyada var olan insan popülasyonundaki bir insanın ekolojik ayak izi 2,7 hektardır. Bu hesaplama ülke ya da şehir gibi belirli sınırlara sahip daha küçük alanlar için de yapılabilir. Farklı ülkelerin insanlarına ait ekolojik ayak izleri birbirinden farklıdır. Örneğin ABD'de bir kişi için hesaplanan ekolojik ayak izi yaklaşık 10 hektardır. Ancak sürdürülebilir kalkınma için gereken ekolojik ayak izi 1,8 hektar olarak hesaplanmıştır.

3.2.12.2. Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi, kurum veya bireylerin ısınma, yeme içme, ulaşım, elektrik tüketimi gibi çeşitli faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı olarak atmosfere verilen toplam karbondioksit ve diğer sera gazlarının salınımının ölçülmesi ile hesaplanmaktadır ***(Görsel 3.68)***. Bu hesaplamalarda bir bireyin araba kullanımı ile kaç kilometre yol gittiği, uçağı ne kadar kullandığı, yerel ya da ithal ürün tüketimleri, ısınma için ne kadar enerji harcadığı göz önünde bulundurulur.



Görsel 3.68: *Karbon ayak izi ikonu*

▷Araştırınız-Tartışınız

Karbon ayak izinizi azaltmak için neler yapabilirsiniz? Tartışınız.

Karbon ayak izi, birincil ve ikincil olmak üzere iki kısımdan oluşur. Birincil ayak izi, ısınma ve evde kullanılan enerji tüketimi ile ulaşımda meydana gelen CO_2 miktarının ölçüsüdür ***(Görsel 3.69)***. İkincil ayak izi, kullandığımız ürünlerin üretimi ve kullanım sonrası bozulmalarıyla ilgili olarak atmosfere salınan CO_2 miktarının ölçüsüdür.



Görsel 3.69: *Karbon ayak izinizi küçültmek için mümkün olduğunca toplu taşıma araçlarını kullanmak gerekir.*

Fosil yakıtlar yerine güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak gerekir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik, biyoenerji ve okyanus enerjisi örnek olarak verilebilir. Ayrıca ulaşım için bisiklet, toplu taşıma arçaları kullanımı ve elektrikli araçlar tercih etmek bireysel ve ulusal düzeyde alınması gereken önlemlerden bazılarıdır.

3.2.12.3. Su Ayak İzi

Su ayak izi, kullandığımız ürünleri ve hizmetleri üretmek için kullanılan tatlı su miktarının göstergesidir ***(Görsel 3.70)***. Diğer bir ifade ile birim zamanda tüketilen ve/veya kirletilen tatlı su miktarıdır.



Görsel 3.70: *Pamuktan üretilmiş 300 gramlık bir tişörtün su ayak izi yaklaşık 2500 litre yani 2,5 metreküptür. Bu miktar 131,5 damacana suya eşittir.*

Su ayak izi, yerel ya da küresel boyutta sınırlı olan tatlı su kaynaklarının kullanım amaçlarını ve nasıl kirlendiğini anlamamızı sağlar. Bireylerin yemek pişirmek, yıkanmak, içmek gibi direkt olarak kullandıkları su doğrudan su ayak izini, kullandıkları ürünlerin üretim sürecinde tüketilen su ise dolaylı su ayak izini oluşturmaktadır.



Su ayak izi yeşil, mavi ve gri olmak üzere üç bileşene sahiptir.

Yeşil su ayak izi, bir ürünün üretiminde kullanılan yağmur suyu miktarını belirtir. Genellikle tarımda ve ormancılıkta kullanılan su ile ilgili bir kavramdır.



ETKİNLİK

Mavi su ayak izi, bir ürünü üretirken kullanılan yüzey ve yer altı sularını belirtir. Tarım, sanayi ve evsel su kullanımı mavi su izine sahiptir.





Gri su ayak izi, belli bir su kalitesi kriterini sağlamak amacıyla su kaynaklarına (örneğin göl, akarsu, deniz suyu) doğrudan boşaltılan ya da dolaylı olarak karışan atık sulardaki kirletici derişiminin seyreltme yoluyla sınır değerlere düşürülmesi için gereken tatlı su miktarıdır. Örneğin mutfağımıza gelen 1 kg kırmızı etin oluşumu için 15 bin litre su tüketilmektedir. Bu suyun yaklaşık %93'ü yeşil, %4'ü mavi, %3'ü gri su ayak izine sahiptir.

Ülkemizin su ayak izinin hesaplanması, sürdürülebilir su yönetimine ilişkin planlamalar yapılması ve gerekli çözüm önerilerinin hazırlanması için çok önemlidir.

ETKİNLİK 3.3

İnsanın Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkmasındaki Rolü

Ekolojik ayak izinizi, su ayak izinizi ve karbon ayak izinizi küçültmek için neler yapabileceğinize yönelik bilgilendirici bir metin yazınız. Metninizi sınıfta arkadaşlarınıza okuyunuz.

OKUMA PARÇASI

Ekolojik Ayak İzleri

(...) Ekolojik ayak izi kavramını, ilk olarak Dr. Mathis Wackernagel (Matis Vakırnegıl), Prof. William Rees (Vilyım Ris) ve arkadaşları öne sürdü. Onların amacı, insanın sürekli doğadan alarak ve geriye atıklarını bırakarak daha ne kadar süre idare edebileceğini bulmaktı. Bu sayede geriye kalan doğal kaynakların ölçüsünün öğrenilebileceğini ve doğanın sürekli tüketilmesini ve tahrip edilmesini önleyecek çözümler üretilebileceğini düşünüyorlardı. Böylece bir insanın atıklarının yok edilmesi de dâhil olmak üzere tüm gereksinimlerini karşılamak için kullandığı biyolojik alanı ölçen bir araç geliştirdiler. Elde edilen ölçüye de ekolojik ayak izi deniyor. Ekolojik ayak izi, belirli bir toplumun tükettiği kaynakların üretimi ve atıklarının yok edilmesi için gereken kara ve su alanlarının büyüklüğünü gösteriyor. Ayrıca farklı insan etkinliklerinin çevre üzerindeki etkilerinin de anlaşılmasını sağlıyor. Üstelik bu araç sayesinde hangi ülkenin, hangi kentin, hangi ailenin ya da hangi insanın ne kadar biyolojik alan kullandığı konusunda da bilgi elde etmek mümkün. İşin en ilginç ve önemli yanı da bu zaten. Çünkü ne kadar tükettiğimizi ve tüketimlerimizin nelere yol açtığını bilmenin bilinçli tüketim alışkanlıkları edinmemize ve tüketim konusunda seçim yaparken daha farklı düşünmemize neden olacağı kesin. (...)

Bilim ve Teknik, (2002, Ekim), Sayı 419, s. 82-83.
(Kısaltılmıştır.)



ETKİNLİK

ETKİNLİK 3.4

Karbon Ayak İzi Hesaplama

Kanadalı gazeteci ve girişimci olan Alexandra Shimo-Barry (Aleksandra Şimo Beri), The Environment Equation (Dı İnvayrımınt Ekueyjın) (Çevre Denklemi) adlı kitabında okuyuculara karbon ayak izlerini ya da karbondioksit birimi cinsinden sera gazı miktarını hızlıca nasıl hesaplayacaklarını kısaca özetliyor.

Formül aşağıdaki gibidir:

A) Aylık elektrik faturanız x 105

B) Aylık doğal gaz faturanız x 105

C) Aylık akaryakıt faturanız x 113

(B veya C kullanmıyorsanız 0 girin.)

Ç) Yaptığınız toplam yıllık kilometre sayısı x 79

D) Yıllık uçuş sayınız yılda 4 saat veya daha az ise yıllık uçuş saati x 1.100

E) Yıllık uçuş sayınız yılda 4 saat veya daha fazla ise yıllık uçuş saati x 4.400

(Uçak kullanmıyorsanız 0 girin.)

F) Okuduğunuz gazeteyi geri dönüşüm kutularına atıyor musunuz?

Geri dönüşüm yapmıyorsanız + 184

Geri dönüşüm yapıyorsanız + 0

G) Alüminyum ve teneke kutuları geri dönüşüm kutularına atıyor musunuz?

Geri dönüşüm yapmıyorsanız + 166

Geri dönüşüm yapıyorsanız + 0

Hesaplama

Elde ettiğiniz tüm rakamların toplamı size yıllık kilo cinsinden karbon ayak izinizi verecektir. (A + B + C + Ç + D + E + F + G = karbon ayak izi)

6.000'in altında: Mükemmel

6.000 ila 15.999 arasında: İyi

16.000 ila 22.000 arasında: Ortalama

22.000'den fazla: Kötü

Eğer bu hesaplamalara göre karbon ayak iziniz yüksekse telaşlanmayın. Karbon ayak izinizi küçültmenin çok fedakârlık istemeyen yüzlerce yolu var.

(Genel ağdan alınmıştır.)

OKUMA PARÇASI

Gri Su Geri Dönüşümü İşe Yarayabilir mi?

(...) Gri suyun geri dönüştürülmesine yönelik sistemler yeni yeni geliştirildiği için ve merkezî sistemler henüz yaygın olmadığı için maliyetler yüksek, bu yüzden de sistemlerin kendilerini amorti etme süreleri uzun olabiliyor. Gri su geri dönüşümünün yaygınlaşmasının önündeki en büyük engellerden biri, pek çok ülkede bu konuda yasal bir boşluk bulunmasından dolayı gri suyun geri dönüştürülmesine ve yeniden kullanılmasına resmî olarak izin verilememesi. Zaten bu sistemlerin birçoğunun kayıt dışı olarak çalıştırıldığı biliniyor. Bu konuda yeterince bilimsel araştırma ve veri olmaması da mevzuat düzenlemeleri yapılmasını ayrıca zorlaştırıyor. Yöneticiler de konuya tedbirli yaklaşmayı tercih ettiklerinden genellikle gri suyun geri dönüştürülmesine olumsuz bakıyorlar. Gri su konusundaki en yaygın çekince, bu suların hastalık yapıcı mikroorganizmaların insanlara bulaşmasına sebep olma ihtimali. Bunun dışında gri suyun arıtılma düzeyine uygun olmayan kullanımının da çeşitli sorunlara yol açabileceği düşünülüyor. Örneğin hiç arıtılmadan sulama için kullanılan gri sulardaki tuzların toprak tuzlanmasına yol açabileceği düşünülüyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2010, Aralık), Sayı 517, s. 68-71.
(Kısaltılmıştır.)

3.2.13. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ

Çevre sorunları hem insan sağlığını tehlikeye atmakta hem de birçok canlı türünün yok olmasına neden olmaktadır ***(Görsel 3.71)***. Çevre kirliliği 1970'li yıllarda Türkiye'de ve dünyada hissedilir boyutlara ulaşmıştır.



Görsel 3.71: *Çevre kirliliği tüm canlıların yaşamını tehdit eder.*

Türkiye'de çevre kirliliğinin önlenmesi için çeşitli çalışmalar mevcuttur. T.C. 1982 Anayasası'nda yer alan 56. Madde'de "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların görevidir." ifadesi ile çevreyi korumanın hepimizin görevi olduğu vurgulanmıştır.

Çevre sorunlarının tespiti ve değerlendirilmesi T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bakanlık tarafından her ilin öncelikli çevre kirliliği sorunu belirlenmiştir. Ayrıca ülkemizde birçok sivil toplum kuruluşu çevre kirliliğiyle mücadele etmektedir. Belediyeler de içerdikleri zararlı elementler nedeniyle su ve toprak kirliliği yaratıp sağlığı olumsuz etkileyen atık pillerin, kullanılmış yağların vb. toplanması için çeşitli çalışmalar sürdürmektedir.

Ülkemiz, çevre sorunlarının çözümüne katkıda bulunmak amacıyla sosyoekonomik koşulları ve kalkınma önceliklerini göz önünde bulundurmak suretiyle küresel ve bölgesel düzeyde pek çok çevre sözleşmesine taraf olmuştur. Örneğin Akdeniz'in kirlenmeye karşı korunmasına ait Barselona Sözleşmesi (1976), nesli tehlikede olan yabani hayvan ve bitki türlerinin uluslararası ticaretine ilişkin yapılmış Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaret Konvansiyonu (CITES) (1996) ülkemizin taraf olduğu sözleşmelerden ikisidir.

Uluslararası düzeyde çevrenin korunması ve bu korumanın sürdürülebilmesi için çeşitli sözleşmeler mevcuttur. Özellikle ülkelerin bir bütün olarak daha kaliteli çevresel şartlarda yaşamalarının sağlanması, ekolojik dengenin bozulmasına neden olan faaliyetlerden uzak durulması, doğal kaynakların sömürülmesinin engellenmesi, çevrenin kirlenmesinin önüne geçilmesi ve gelecek nesillere temiz bir çevre bırakılması amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda 1972 yılında Stockholm'de (Stokholm) yapılan İnsan ve Çevresi Konferansı ile insanın çevre üzerindeki olumsuz etkileri gündeme getirilmiştir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (1972) oluşturulmuş ve bu programla çevre sorunları hakkında uluslararası toplumların dikkatinin çekilmesi hedeflenmiştir ***(Görsel 3.72)***.



Görsel 3.72: *Birleşmiş Milletler Çevre Programı Bayrağı*

Birleşmiş Milletler tarafından 1987 yılında hazırlanan "Ortak Geleceğimiz" başlıklı raporda küresel ısınma, çölleşme, asit yağmurları, ozon tabakasındaki incelme ve nesli tükenmekte olan türlere dikkat çekilmiş ve ortak çabaların gerekliliği vurgulanmıştır. Çevre koruma planlarının uluslararası düzeyde uygulanma başarısı, çevre kirliliğinin ortadan kaldırılması ve önlenmesi başarısını beraberinde getirmektedir.

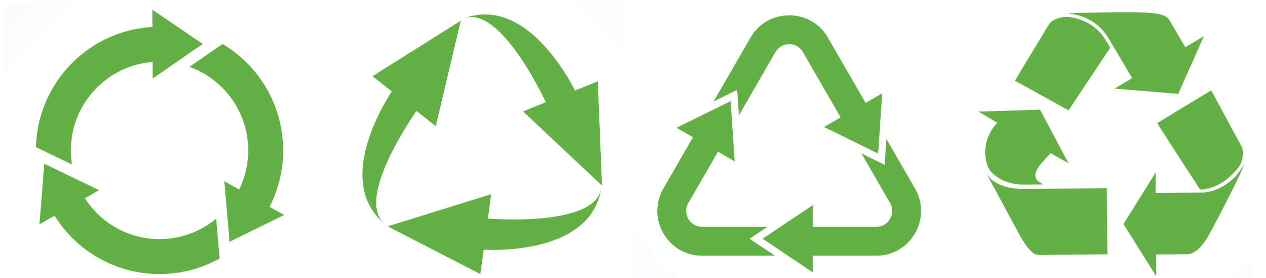
Ağaçsız, çiçeksiz, deresiz, denizsiz, kuşsuz, böceksiz, kedisiz, köpeksiz, güneşsiz, yağmursuz veya karsız bir dünya düşünebilir miyiz? Yanıtınız mutlaka "hayır" olacaktır. Çevreye saygı ve sorumluluk, kişinin toplumsal ve doğal çevreye olan yaklaşımının da bir göstergesidir. Ünlü düşünür Udall'ın da dediği gibi "Hepimiz yeryüzünün kiracılarıyız." Bu bilinç ile doğayı evimiz olarak görmeliyiz. Doğaya saygılı olunduğu sürece doğadaki denge ve üretim devam edecektir.

Çevre kirliliğinin önlenmesinde geri dönüşümün rolü büyüktür.

Geri Dönüşüm

Tekrar kullanılabilme imkânı olan atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikincil ham maddeye dönüştürülerek üretim sürecine tekrardan dâhil edilmesine **geri dönüşüm** denir ***(Görsel 3.73)***. Geri dönüşebilen maddeler; cam, kâğıt, alüminyum, plastik, pil, motor yağı, akümülatör, beton, organik atık ve elektronik atıklardır. Geri dönüşebilen maddelerin üzerinde geri dönüşüm simgesi bulunur ***(Görsel 3.74)***.


Görsel 3.73: *Evsel atıklar geri dönüştürülebilir.*


Görsel 3.74: *Geri dönüşüm simgeleri*

Geri dönüşümde ham madde kaynaklarının gereksiz kullanımının önlenmesi ve çöp miktarının azaltılması hedeflenmektedir. Cam, demir, kâğıt, plastik, çelik gibi maddelerin tekrar kullanılabilmesi doğal kaynakların tükenmesini engelleyecektir ***(Görsel 3.75)***. Buna bağlı olarak enerji tasarrufu ve ekonomiye katkı sağlanacaktır. Örneğin kullanılmış kâğıdın tekrar kâğıt imalatında kullanılmasının hava kirliliğini %74-94, su kirliliğini %35, su kullanımını %45 azalttığı bilinmektedir. Ayrıca bir ton atık kâğıdın kâğıt hamuruna katılmasıyla 8 ağacın kesilmesinin önüne geçilebilir.



Görsel 3.75: *Plastik şişe geri dönüşüm tesisi*

3.2.14. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNDE BİYOLOJİ İLE İLGİLİ DİĞER DİSİPLİNLER

Çevre kirliliğinin önlenmesi sadece biyoloji biliminin konusu değildir. Çevre kirliliğinin önlenmesinde disiplinler arası çözüm yöntemleri benimsenmektedir. Bu çözüm yöntemleri temelde mühendislik ilke ve teknolojilerine dayalı disiplinler arası yaklaşımları gerektirir.

Artan nüfus, daha fazla gıda, daha fazla enerji ve daha fazla yerleşim alanına olan talep anlamına gelir ***(Görsel 3.76)***. Gıda talebini karşılamaya yönelik bilinçsizce yapılan tarımsal faaliyetler çevre kirliliğine neden olur. Ziraat ve çevre arasındaki dengeyi korumayı amaçlayan sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılacak şekilde yönetilmesini hedefleyen bir üretimdir. İyi tarım uygulamalarında kimyasal ilaç kullanımı olsa bile insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde uygulanmaktadır. Kimyasal ürünlerin, toksinlerin çevreye olan olumsuz etkileri kimya temellerine dayanarak engellenmeye çalışılır. Geleneksel kimya yöntemleri ile meydana gelen çevresel kirliliğin çözümünde ise yeşil kimya ilkeleri kullanılmaktadır. Yeşil kimya, günümüzde karşı karşıya olduğumuz çevresel problemlere zararlı maddelerin üretimi ve kullanımını içermeyen kimyasal üretim ile çözüm aramaktadır.



Görsel 3.76: *Nüfus artışı ile birlikte çevre kirliliğide artmıştır.*

Artan enerji talebinin karşılanabilmesi için temiz enerji kaynaklarına yönelim gereklidir ***(Görsel 3.77)***. Temiz enerji uygulamaları fizik alanının çözüm aradığı noktalardan biridir. Jeopolitik konumu elverişli olan birçok ülke artan enerji talebini karşılamak için gelişen teknoloji ile birlikte alternatif enerji kaynaklarına yönelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş panellerinin kurulumunda ziraat, ekoloji, fizik ve çevre mühendisliğinin disiplinler arası yaklaşımı örnek olarak gösterilebilir.



Görsel 3.77: *Günümüzde elektrikli araba satışları mevcuttur.*

Yerleşim yerine olan talep, çevre ve doğa ile uyumlu bir mimari yaklaşımı olan sürdürebilir mimariyi gündeme getirmiştir. Sürdürülebilir mimari, binalarda enerji ve su tasarrufunu; çevreye zararsız ve geri dönüştürülebilen malzemeleri kullanmayı hedeflemektedir. Doğanın kaynaklarını en verimli kullanmayı amaçlayan bir diğer disiplin ise çevre mühendisliğidir. Çevre mühendisliğinin çalışma alanlarından bazıları artan nüfusla birlikte önem kazanan su kaynaklarının yönetimi, hava kirliliği, atık yönetimi ve kontrolüdür ***(Görsel 3.78)***. Örneğin sanayi ve altyapı yatırımlarının yapılabilmesi için gerekli olan çevresel etki değerlendirilmesi (ÇED) raporunun hazırlanmasında çevre mühendisliğinin ve ekolojinin disiplinler arası yaklaşımı önemlidir.



Görsel 3.78: *Biyolojik atıksu arıtma tesisi.*

Araştırınız-Tartışınız

Çevre kirliliğinin önlenmesinde başka hangi disiplinlerden yararlanılabilir? Tartışınız.

Düşünelim

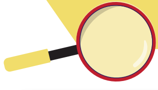
Bir hafta sonu ailenizle yemyeşil bir ormanın içinde, tertemiz bir dere kenarında yürüyüş yaptığınızda neler hissedersiniz?

ETKİNLİK 3.5 Semboller ve Anlamları

- Cam şişe, konserve kutusu, plastik şişe, plastik yoğurt kutusu, karton kutu, bisküvi paketi gibi ürünlerin üzerinde geri dönüşüm işlemi ile ilgili sembolleri tespit ediniz. Bu sembollerin anlamlarını çeşitli dergi ve çevre koruma sitelerinden öğrenip sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Bu sembollerin ürünlerin üzerinde bulunmasının nedenlerini sınıfta tartışınız.
- Bu sembollerin bulunduğu paket ve ambalajların nereye atılması gerekir? Araştırıp bilgi edinerek bunları sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



Bunları Biliyor musunuz?



Metal Ambalaj Atıkları

Sadece 1 metal içecek kutusunun geri dönüşümünden elde edilen enerji ile 100 Watt'lık bir ampul 20 saat çalıştırılır.



Cam Ambalaj Atıkları

Geri dönüştürülen 1 ton cam atık ile 100 litre petrol tasarrufu sağlanır.



Kâğıt/Karton Ambalaj Atıkları

Geri dönüştürülen 1 ton kâğıt/karton atık ile 17 ağacın hayatı kurtulur.



Plastik Ambalaj Atıkları

Plastik ambalaj ve atıklarının geri dönüşümünden elyaf içeren tekstil ürünleri, atık su boruları ve marley gibi malzemeler üretilir.



Kompozit Ambalaj Atıkları

Kompozit ambalaj atıklarının geri dönüşümünden karton koliler, yalıtım malzemeleri ve mobilya gibi ürünler üretilir.

OKUMA PARÇASI

Geri Dönüşebilen Ambalajlar

Her birey ihtiyaçlarını karşılamak üzere her gün birçok farklı ürün satın alır. Alınan bu ürünler çoğu zaman, daha sağlıklı ve korunaklı muhafaza edilmek üzere ambalajlanmaktadır. Örneğin bir meyve suyu satın aldığımızı düşünelim. Meyve suyunu tükettiğimizde geriye kalan kutu artık ambalaj atığıdır. Ambalaj atıklarını, diğer atıklardan ayrı şekilde biriktirmek sureti ile tekrar geri dönüşüme sevk edebiliriz.

Bunu yapmak çok kolay!

Satın aldığımız ürünlerin ambalajlarını evlerimizde ayrı birer torbada biriktirerek ilk adımı atmış oluruz. Biriktirdiğimiz ambalaj atıklarını evimize en yakın ambalaj atığı kumbaralarına atarak geri dönüşümü başlatırız. Eğer oturduğunuz belediye sınırları içerisinde ambalaj atığı kumbarası yoksa belediyenize bu konuda başvurmalısınız.

Geleceğiniz için talep edin!

Unutmayın, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği doğrultusunda ilçe belediyeleri, ambalaj atıklarını kaynağında ayrı toplamak veya toplattırmak ile yükümlüdür.

Belediyenizde geri kazanım çalışmaları yapılıyor ise ambalaj atıklarının hangi gün ve saatte toplandığına dair bilgi almak için yine belediyenizin çevre koruma ve kontrol ya da temizlik işleri bölümlerinden bilgi talebinde bulunabilirsiniz.

Ambalaj atıklarınızı ayrı bir torbada biriktirerek ülke ekonomisine ve doğaya katkı sağlayabiliriz.



(Genel ağdan alınmıştır.)

DENEY 3.3

Geri Dönüşümlü Kâğıt Yapıyorum



Deneyin Amacı

Kullanılmış kâğıtların geri dönüşümle tekrar kullanılabildiğini gözlemleme

Araç Gereçler

Eski gazeteler, plastik kova, plastik leğen, ince delikli tel parçacık (süzgeç), tahta kaşık, iki adet emici bez, naylon poşet, ağır bir cisim, odun tutkalı ve su.

Uygulama

- Eski gazeteleri kovaya koyunuz ve üzerine su ekleyerek bir gece bekletiniz.
- Ertesi gün kovadaki suyu süzünüz ve ıslak gazeteleri tahta kaşıkla ezerek hamur hâline getiriniz.
- Elde ettiğiniz kâğıt hamurunu leğene koyunuz ve eşit ölçüde su ekleyip karıştırınız.
- Teli karışımın içine sokup üzerinde kalan hamurla birlikte karıştırınız.
- Düz bir zemin üzerine bir bez seriniz.
- Teli kâğıt hamurunun bulunduğu yüzey alta gelecek biçimde hızlı bir şekilde bez üzerine koyunuz ve teli iyice bastırıp hamur beze yapışınca kaldırınız.
- Hamurun üzerine ikinci bir bez örtüp tekrar bastırınız.
- Leğendeki hamur bitene kadar bir kat hamur, bir kat bez koyarak bu işlemi tekrarlayınız.
- En üste naylon poşeti koyunuz ve bunun üzerine ağır bir cisim yerleştiriniz.
- Birkaç saat sonra kâğıtları dikkatle bezlerden ayırınız.
- İyice kurumaları için eski gazete ya da kâğıt havluların üzerine seriniz.
- Yeni kâğıtlarınız artık kullanmaya hazırdır.

Değerlendirme

- Kâğıdın ham maddesini düşünerek kâğıt geri dönüşümünün doğaya sağladığı yararları tartışınız.
- Geri dönüşümü yapılabilen başka maddeler hangileridir? Araştırınız.

ETKİNLİK 3.6 Çevreye Zarar Veren Üretim ve Tüketim Faaliyetleri

- Çevreye yerel ve küresel boyutta zarar veren üretim ve tüketim faaliyetlerini tartışmak için sınıf iki gruba ayrılır.

  1. grup: Çevreye zarar veren üretim faaliyetleri hakkında bilgi toplayınız.

  2. grup: Çevreye zarar veren tüketim faaliyetleri hakkında bilgi toplayınız.

- Edinilen bilgi ve fotoğrafları kullanarak diğer gruba bir sunum yapınız.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

➾ Bu faaliyetlerin azaltılabilmesi için neler yapılabilir? Tartışınız.

OKUMA PARÇASI

Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Kaynakları Koruma Vakfının Biyolojik Çeşitlilik Koruma Projesi

TEMA Vakfı, ülkemizin en değerli yaşayan hazinelerini içeren biyolojik çeşitliliğimizin korunması için projeler uygulamaktadır. Çünkü Anadolu kendi başına ayrı bir kıta değildir. Ancak ayrı bir kıtaymış gibi büyük bir kıtanın sahip olabileceği tüm biyolojik çeşitlilik özelliklerine sahiptir. Üç ayrı kıtanın kavuşma ve geçiş noktasında bulunan Anadolu, geçmişteki farklı jeolojik devirler boyunca kendisini çevreleyen üç kıtada yaşayan çok çeşitli canlı türleri için kötü çağlarda "sığınak" iyi çağlarda da "dağınak" görevini üstlenmiştir. Bu nedenle Anadolu, hem tür çeşitliliği hem de genetik çeşitlilik bakımından oldukça zengin bir konumda bulunmaktadır.



Türkiye, yerkürede mevcut olan sekiz önemli gen merkezinden iki tanesini içine almaktadır [Vavilov'un (1951) bitkiler için tanımladığı önemli gen merkezleri: Etiyopya, Akdeniz havzası, Orta Doğu, Orta Asya, Hindistan, Çin +Siyam+Malaya+Java, Güney Meksika + Orta Amerika, Güney Amerika]. Dünyada değişik ülkelerde yetiştirilen pek çok bitki ve hayvan türünün orijinal ataları, bu topraklardan dağılmıştır. Anadolu toprakları, insanlığı beslemede önemli katkısı olan bitki ve hayvan türlerinin pek çoğunun yabani atalarını bağrında barındırmaktadır. Bir bakıma Anadolu ekosistemi, doğal bir gen bankası niteliğindedir. Ancak bu canlı türleri ve onların taşıdığı nadir genler, bulundukları habitatlarda, bilinen veya bilinmeyen değişik çevre sorunları ile karşı karşıya kalmaktadır. Türkiye, dünyadaki jeopolitik önemine ek olarak jeobiyotik önemi de büyük olan bir ülkedir.

(Genel ağdan alınmıştır.)

3. BÖLÜM

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK



Anahtar Kavramlar

- Biyokaçakçılık
- Endemik tür
- Doğal kaynak
- Gen bankası
- Sürdürülebilirlik

Gen Merkezi Anadolu Olan Sığırkuyrukları

Sığırkuyrukları büyük, tüylü yapraklı bir, iki ya da çok yıllık bitkilerdir. Genellikle sarı çiçekleri olan sığırkuyruklarının çiçekleri seyrek de olsa mor ya da menekşe rengi de olabilir. Uzunlukları 50-200 cm arasında değişebilen sığırkuyrukları genellikle açık ve kuru alanlarda, kayalık ve taşlık yerlerde yaşar, yol kenarlarında da görülebilir. Kaynaklara göre değişmekle birlikte dünyada 360 civarında sığırkuyruğu türü yaşadığı biliniyor. Ülkemizde 250 civarında sığırkuyruğu türü var, bunlardan 193'ü endemik. Diğer bir deyişle yaklaşık %80'i endemik olan bu grubun gen merkezi ülkemiz. Genelde dar yayılış gösteren endemik bitkilerin birçoğunun soyu tehlike altındadır. Buna en iyi örnek son yıllarda keşfedilen iki endemik sığırkuyruğu türü. İlki 2010 yılında Demiroluk köyü Tufanbeyli'de (Adana) keşfedilen *Verbascum turcicum* (Verbaskum turçikum). Bu tür de 1.700-1.800 metre yükseklikte yaşıyor. Diğeri 2011 yılında Maden Köyü-Ulukışla'da (Niğde) keşfedilen bilimsel adı *Verbascum ergin-hamzaoglu* (Verbaskum ergin-hamzaoglu) olan tür. Bu tür, 1.500-1.700 metre yükseklikte yaşıyor ve yaklaşık 20 km^2 lik tek bir yayılış alanı var. Çok küçük bir alanda yaşadıkları için her iki türün de soyları tehlike altında.

Endemik sığırkuyrukları yalnızca botanik alanından değil farmakognozi alanından bilim insanlarının da ilgisini çekiyor. İçerdikleri farklı biyokimyasal bileşenler nedeniyle tıbbi bitki potansiyeli taşıyan bu bitkiler, insan sağlığına yararları açısından da araştırılıyor. (...) *Verbascum obtusifolium* (Verbaskum optisifeliyum) türü ise antioksidan ve antiviral etki açısından oldukça önemli.

Bilim ve Teknik, Sayı 530.
(Kısaltılmıştır.)

- Endemik tür nedir?
- Endemik türlerin soyunun tükenmesindeki sebepler neler olabilir? Tartışınız.
- Soyu tükenmekte olan canlılar için alınabilecek tedbirler nelerdir?
- Ülkemizde endemik canlı çeşitliliğinin fazla olmasının sebepleri nelerdir?
- Gen merkezi ne demektir?



3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

3.3.1. DOĞAL KAYNAKLAR

Yer altında ve yer üstünde bulunan tükenmeyen ve tükenebilen kaynaklara **doğal kaynaklar** denir.

İnsanoğlu var olduğundan bu yana doğal kaynakları kullanmaktadır. Tarım yapmaya başladığı dönemden günümüze dek toprak, toprak altı ham maddeler sürekli kullanılmaktadır. Keşfedilen madenler, Sanayi Devrimi ile işlenmeye başlanmış ve farklı alanlarda kullanılmıştır. Özellikle tarımda kullanılan aletlerin yapılması, toprağa ve ormancılığa verilen önemi artırmıştır. Bunun yanında sanayi kuruluşlarının ve insanlarda refah düzeyinin artması, enerji için artan gereksinimi beraberinde getirmiştir. Ulaşımda uzun mesafeleri kısaltan araçların yakıtları da yine doğal kaynaklardan elde edilmektedir.

Ülkemiz, doğal kaynaklar bakımından birçok ülkeye göre oldukça avantajlı konumdadır. Şimdi bu kaynakları inceleyelim.

3.3.1.1. Tükenmeyen Doğal Kaynaklar

Tükenmeyen kaynaklar kendi içinde daimî kaynaklar ve yenilenebilen kaynaklar olarak ikiye ayrılır. Daimî kaynaklar; güneş, rüzgâr, dalga ve sudur.

Güneş, dünya var olduğu sürece ışımasına devam edeceğinden daimî bir kaynaktır ***(Görsel 3.79)***. Güneş'ten elde edilen enerji çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir.Ülkemizde güneş enerjisi, ısıtma ve elektrik üretme gibi çeşitli amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır ***(Görsel 3.80)***.



Görsel 3.79: *Güneş daimî kaynaktır.*



Görsel 3.80: *Günümüzde güneş enerjisinden ısı enerjisi elde edilmektedir.*

Rüzgâr, yeryüzünün farklı derecelerde ısınmasından kaynaklanan sıcaklık farkları ile oluşmaktadır. Rüzgâr, coğrafi koşullara göre farklılık göstermesine rağmen sürdürülebilir enerji üretimi için yerli ve daimî bir kaynaktır. Ülkemizde tüketilen enerjinin yaklaşık %6,3'ü rüzgâr santrallerinden karşılanmaktadır ***(Görsel 3.81)***.



Görsel 3.81: *Rüzgârdan enerji üreten rüzgâr türbinleri*

Dalga, su yüzeyinde rüzgârın yol açtığı su kütlesinin hareketidir. Oluşan dalga hareketleri ile dalga enerjisi oluşmaktadır ***(Görsel 3.82)***. Bu dalga enerjisi, elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilir. Dalga oluşumunun sürekli olması ve çevre kirliliği yaratmaması, sürdürülebilir çevre için alternatif bir enerji kaynağıdır.

Ülkemiz, su kaynakları açısından şanslı ülkelerden biridir. Üç tarafı denizlerle çevrili olmasının yanında nehir, göl ve derelere hemen hemen her bölgede rastlanmaktadır. Su, okyanus ve denizlerden atmosfere, atmosferden yeryüzüne, ardından tekrar deniz ve okyanuslara ulaşması şeklinde bir döngüye sahiptir. Bu nedenle su daimî bir kaynaktır. Ayrıca suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi sonucunda elektrik enerjisi (hidroelektrik enerji) üretmek mümkündür. Ülkemizde 2021 yılında hidroelektrik kaynaklı 55,5 milyar kWh elektrik üretilmiştir ***(Görsel 3.83)***.

Yenilenebilen kaynaklar, yeryüzündeki koşullar el verdiği sürece ve doğru bir şekilde işlendiğinde kendini tekrarlayan kaynaklardır. Ormandan kesilen ağaçlar, zaman içerisinde kendini yenilemektedir ancak bu durum için yaklaşık 40 yıl gerekir.

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısı ve basıncın oluşturduğu, çeşitli kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisidir ***(Görsel 3.84)***. Ülkemiz, jeotermal su kaynakları bakımından Avrupa ülkeleri arasında ilk sırada gelmektedir. Ülkemizde yaklaşık 1.000 adet doğal çıkış şeklinde değişik sıcaklıklarda jeotermal kaynak mevcuttur.

Toprak, yaşam alanı ve besin gereksinimi açısından biyosferin önemli parçalarından biridir. Bilinçsiz, plansız sulama ve aşırı gübreleme toprağa zarar vermesine rağmen, kirlilik etmenlerinin ortadan kaldırılması sonrasında toprak kendini yıllar içerisinde yenileyebilir. Aşırı toprak kirliliğinde ise toprağın yenilenebilmesi zorlaşmaktadır. Hava da makul sınırlar içerisindeki kirliliği çeşitli hava olayları ve madde döngüleri ile bertaraf edebilmektedir.



Görsel 3.82: *Dalga enerjisi, rüzgârın deniz ve okyanus yüzeylerinde hareketi sonucunda oluşur.*



Görsel 3.83: *Ülkemizde hidroelektrik santrallerinden elektrik üretilmektedir.*



Görsel 3.84: *Jeotermal enerji, ısıtma ve elektrik üretimi gibi birçok alanda kullanılabilir.*

Bilgi Kutusu

Jeotermal kaynaklar yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bugün için ülkemizde elde edilen jeotermal enerjiden elektrik üretimi, ısıtma (sera ve konut), termal ve sağlık turizmi, endüstriyel mineral eldesi, balıkçılık, kurutmacılık vb. gibi alanlarda yararlanılmaktadır.

ETKİNLİK

3.3.1.2. Tükenebilen Kaynaklar

Kullanımı sonucunda kendini yenileyemeyen kaynaklardır. Bu kaynakların rezervleri, kullanımı ile her geçen gün azalmaktadır. Günümüzde enerji üretiminde ve çeşitli araçların çalışmasında ağırlıklı olarak fosil yakıtlar (doğal gaz, petrol, kömür) kullanılmaktadır.

Kömürün neredeyse rakipsiz olduğu dönemi, petrolün egemen olduğu dönem takip etmiştir. Gelişen çevre bilincine paralel olarak doğal gaz kullanımı artan biçimde petrol ve kömürün yanında yer almaya başlamıştır ***(Görsel 3.85)***. Doğal gaz, temiz enerji kaynağı olmakla birlikte tükenebilir doğal kaynaktır.



Görsel 3.85: *Ülkemizde doğal gaz rezervleri keşfedilmiştir.*

Ayrıca ülkemizin farklı yerlerinde farklı madenler çıkarılmaktadır. Elektrik ve elektronik sanayinde ve mutfak malzemesi yapımında kullanılan **bakır**; sertleştirme özelliği ile bilinen ve madenî eşya yapımı ile demir çelik sanayisinde kullanılan **krom**; deterjan, elyaf, cam, jet ve roket yapımında kullanılan **bor**; tarımsal gübre, deterjan, inşaat ve kimya sanayisinde kullanılan **çinko**; eczacılık alanında kullanılan **cıva**; uçak ve otomobil sanayisi ile elektrik malzemesi yapımında kullanılan **boksit**; gübre, kimya ve boya sanayisinde kullanılan **kükürt**; gübre, yem, gıda, deterjan ve kimya sanayisinde kullanılan **fosfat**; yüksek ısıya dayanıklılık gerektiren ürünlerin üretiminde kullanılan **toryum**; demir çelik sanayinde kullanılan **demir** ve **altın** bu maddelere verilebilecek bazı örneklerdir.

Dünya bor rezervinin %73'ü ülkemizdedir. Ülkemizde yaygın olarak bulunan **bor,** gelişen teknoloji ile birlikte nanoteknolojik ve ileri teknolojik ürünlerin (cep telefonu, bilgisayar vb.) imalatında çok önemli bir paya sahiptir ***(Görsel 3.86)***. Uçak ve havacılık endüstrisinde bor kullanımı giderek artmaktadır. Bor mineralinin, kara ve deniz ulaşımında kullanılan araçlarda diğer yakıtlara kıyasla yoğun enerjiye sahip olması nedeniyle yakıt olarak kullanımı konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Çünkü borun yanıcı olması fakat yüksek sıcaklıklarda tutuşması ve çevre kirliliği yaratacak emisyon açığa çıkarmaması, ulaşımda tercih edilmesinin sebeplerindendir. Bunların dışında cam, tarım, kimya, deterjan, seramik, metalürji gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.



Görsel 3.86: *Kristal hâldeki bor minerali*

Dünyada bor ürünlerinin tüketimi yaklaşık 4 milyon tondur. 2021 yılında dünya bor talebinin yaklaşık %62'si ülkemiz tarafından karşılanmıştır. Dünyadaki bilinen bor rezervlerinin yaklaşık %75'i Eskişehir ve Kütahya'da bulunmaktadır. Ülkemizde bor madenini ekonomiye kazandıran Eti Maden İşletmeleridir.

Bilgi Kutusu

Eskişehir'de 2020 yılında lityum karbonat üretim tesisi açıldı. Tesiste Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) başta olmak üzere tüm elektrikli otomobillerin, mobil telefonların, elektrikli araçların bataryalarında ve elektrikle çalışan aletlerin pillerinde kullanılan lityum, Türkiye'de ilk defa yerli olarak bordan üretilecek.

3.3.2. DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Sürdürülebilirlik, ekoloji ve ekolojik sistemlerin işlevlerinin devamının sağlanmasıdır. Dünyada bulunan kaynaklar insan faaliyetleriyle azalmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilirlik ancak kaynakların kendini yenileyebilmesine fırsat sunacak hızda kullanılmasıyla sağlanabilir.

Öğretmene Öneri

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sosyal boyutunun daha iyi anlaşılabilmesi için okul ve çevre imkânları dâhilinde doğa gezisi düzenleyebilirsiniz.

Sürdürülebilir kalkınma, sosyal, ekonomik ve ekolojik olmak üzere üç boyutta incelenmektedir:

Sosyal boyut: Toplumda refahın ve sosyal eşitliğin arttırılması, çevresel risklerin ve ekolojik kıtlıkların azaltılmasıdır.

Ekonomik boyut: İnsan yaşamının kalitesini artırmak için ihtiyaç duyulan kaynakların sınırlı olduğu bilinci ile en adil şekilde kullanımı sağlanır.

Ekolojik boyut: Geri dönüştürülebilir veya geri dönüşümü olmayan doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlayacak şekilde kullanılmasıdır.

Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımları, türlerin yaşam ortamlarının yok olmasına hatta biyolojik çeşitliliğin azalmasına, çevre kirliliğinin artmasına yol açmaktadır. Tür çeşitliliği besin, ilaç, enerji, ham madde gibi faydaları ile ülkemiz ekonomisine katkı sağlamaktadır.

Doğal kaynaklarımızdan olan ormanlar, birçok canlıya ev sahipliği yapması ve oksijen kaynağı olması nedeniyle ekolojik açıdan önemli role sahiptir ***(Görsel 3.87)***.



Görsel 3.87: *Karasal ekosistemin oksijen kaynağı ormanlardır.*

Doğal kaynaklarımızı koruyabilmek için tükenebilen doğal kaynaklarımız yerine daimî doğal kaynaklarımızın kullanımı ülkemiz ekonomisine katkı sağlayacaktır. Daimî kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi son yıllarda artış göstermektedir ***(Görsel 3.88)***.

Madenler, ülke içerisindeki sanayi işletmelerinde işlenerek insanların kullanımına sunulmasının dışında yurt dışına ihraç edilerek **ekonomiye katkı** sağlar. Ülkemiz, doğal taşlar bakımından, jeolojik yapısı itibarıyla zengin bir potansiyele sahiptir. Doğal taş ihracatında katma değeri en yüksek ürün, işlenmiş mermer ve işlenmiş travertendir.



Görsel 3.88: *Rüzgâr ve güneş doğal kaynaklardır.*

Ekolojik açıdan düşündüğümüzde yaşamımızı sürdürmek ve gerekli enerjiyi sağlamak için doğal kaynaklara ihtiyaç duyarız. Doğadaki canlıların zenginliği de doğal kaynakların sürdürülebilirliğine bağlıdır.

ETKİNLİK 3.7

Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği

Ailenize ait günlük ve aylık su tüketimini aşağıdaki form ile hesaplayınız.

SU TÜKETİM FORMU				
Aktivite	Bu aktivitenin günlük tekrarlanma sayısı	Bu aktivite için her seferinde kullanılan su miktarı	Gün sayısı (haftalık/aylık/yıllık)	Belirlenen zaman için kullanılan su miktarı toplamı
BANYO				
Sifon çekme		x 9 litre	x ....gün	=.......litre
Duş alma		x 50 litre	x ....gün	=.......litre
Banyo yapma		x 120 litre	x ....gün	=.......litre
Diş fırçalama		x 4 litre	x ....gün	=.......litre
MUTFAK				
Bulaşıkları elle yıkama		x 110 litre	x ....gün	=.......litre
Bulaşık makinesi ile bulaşık yıkama		x 15 litre	x ....gün	=.......litre
Çamaşır makinesi ile çamaşır yıkama		x 50 litre	x ....gün	=.......litre
EV DIŞI FAALİYETLER				
Araba yıkama		x 113 litre	x ....gün	=.......litre
Bahçe sulama		x 19 litre	x ....gün	=.......litre

Tabloyu doldurduktan sonra aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Su tüketimi en fazla hangi aktivitede gerçekleşiyor?
- Sınıfta su tüketimi en fazla ve en az olan kişilerin tüketimindeki fark en çok hangi aktiviteden kaynaklanıyor?
- Suyun sürdürülebilirliği ve diğer doğal kaynakların sürdürülebilirliği için neler yapılabilir? Sınıfta tartışınız.

OKUMA PARÇASI

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI VE GÖSTERGELERİ

Birleşmiş Milletlerin (BM) 25 Eylül 2015 tarihinde New York'ta düzenlenen Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde bir araya gelen ülke liderleri 2030 yılına kadar dünyada yoksulluğun tüm boyutlarıyla ortadan kaldırılması ve insanlığın ortak refahının sağlanması için 17 amaç ve 169 hedeften oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını kabul etmişlerdir.

1 YOKSULLUĞA SON: Yoksulluğun tüm biçimlerini her yerde sona erdirmek.

2 AÇLIĞA SON: Açlığı bitirmek, gıda güvenliğine ve iyi beslenmeye ulaşmak ve sürdürülebilir tarımı desteklemek.

3 SAĞLIK VE KALİTELİ YAŞAM: Sağlıklı ve kaliteli yaşamı her yaşta güvence altına almak.

4 NİTELİKLİ EĞİTİM: Kapsayıcı ve hakkaniyete dayanan nitelikli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenim fırsatlarını teşvik etmek.

5 TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTLİĞİ: Cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınlar ile kız çocuklarını güçlendirmek.

6 TEMİZ SU VE SANİTASYON: Herkes için erişilebilir su ve atıksu hizmetlerini ve sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak.

7 ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİ: Herkes için karşılanabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak.

8 İNSANA YAKIŞIR İŞ VE EKONOMİK BÜYÜME: İstikrarlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemek.

9 SANAYİ, YENİLİKÇİLİK VE ALTYAPI: Dayanıklı altyapılar tesis etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek.

10 EŞİTSİZLİKLERİN AZALTILMASI: Ülkelerin içinde ve arasındaki eşitsizlikleri azaltmak.

11 SÜRDÜRÜLEBİLİR ŞEHİRLER VE TOPLULUKLAR: Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak.

12 SORUMLU ÜRETİM VE TÜKETİM: Sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarını sağlamak.

13 İKLİM EYLEMİ: İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek.

14 SUDAKİ YAŞAM: Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmak.

15 KARASAL YAŞAM: Karasal ekosistemleri korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek; sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak; çölleşme ile mücadele etmek; arazi bozunumunu durdurmak ve tersine çevirmek; biyolojik çeşitlilik kaybını engellemek.

16 BARIŞ, ADALET VE GÜÇLÜ KURUMLAR: Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumlar tesis etmek, herkes için adalete erişimi sağlamak ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak.

17 AMAÇLAR İÇİN ORTAKLIKLAR: Uygulama araçlarını güçlendirmek ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak.

(Genel ağdan alınmıştır.)

3.3.3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK VE ÖNEMİ

Biyolojik çeşitlilik, yeryüzünde bulunan canlıların çeşitliliğinin ifadesidir. Biyolojik çeşitlilik kavramı; genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği, ekosistem çeşitliliği olmak üzere üç ayrı başlıkta incelenmektedir:

Genetik çeşitlilik: Tür içinde bireylerin sahip olduğu genetik farklılıklardır. Genetik çeşitliliğe, kalıtım materyali olan DNA'nın dizilişi sebep olmaktadır.

Tür çeşitliliği: Ekosistemdeki farklı türleri belirtir. Son zamanlarda yeryüzünde bulunan birçok tür yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Tür çeşitliliğindeki azalma, bu şekilde devam ederse ekosistemlerde bulunan tür çeşitliliğinin yarısından fazlası yok olacaktır.

Ekosistem çeşitliliği: Yeryüzündeki ekosistemlerin çeşitliliğini ifade eder. Bu kavram, yeryüzündeki yaşam alanlarının farklılığını ve farklı yaşam birliklerini tanımlamaktadır.

Araştırınız-Tartışınız

Ülkemizin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörler nelerdir? Araştırarak elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Bilgi Kutusu

Biyolojik çeşitlilik eşsiz güzelliği ile insanların hayal güçlerini artırmakta, estetik ve kültürel olarak ilham kaynağı olmaktadır. Bunun etkilerine halı/kilim desenleri, türküler, şiirler ve resimlerde rastlanmaktadır.

Biyolojik çeşitliliği oluşturan bitki ve hayvan türleri ve endemik türler ekolojik, ekonomik ve kültürel değerler taşır. Biyolojik çeşitlilik ve endemik türler millî ve küresel mirasımızdır.

Ekosistemlerde her canlı türü farklı bir göreve sahiptir. Canlı türlerinin yok olması, diğer bir ifade ile biyolojik çeşitlilikte azalmalar ekosistemlerin sürdürülebilir olmasını engelleyecektir. Besin maddesi olarak tüketilmeleri, çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılacak ilaçların ham maddesi olmaları, sanayi için bazı temel malzemeler sağlamaları, turizmde önemli rol oynamaları biyolojik çeşitliliğin ekonomik yararları arasındadır. Tıbbi değerlere sahip türlere ait bileşenlerin ilaç sanayisinde kullanılması ile sağlık alanında daha etkili tedaviler sağlanmaktadır ***(Görsel 3.89)***.



Görsel 3.89: *Haşhaş, ağrıya karşı bilinen en eski tıbbi bitkidir.*

Bazı canlı türleri sadece belirli alanlara özgüdür ve **endemik** tür olarak isimlendirilir. **Endemizm** ise bir canlı türünün belirli bölgede var olması durumudur. Endemik türlerin korunması oldukça önemlidir. Günümüzde birçok ilacın bitkilerden elde edildiğini, bitkilerden elde edilen 120 kimyasalın hâlâ yapay olarak üretilemediğini de unutmamak gerekir.

Bilgi Kutusu

Tuz Gölü ve çevresinde yaşayan 38 endemik tür bulunmaktadır.

Ülkemiz, sahip olduğu endemik bitki türleri açısından dünyanın önde gelen ülkelerinden biridir. Avrupa kıtasındaki bitki türlerinin %75'i ülkemizde bulunur. Bu türlerin üçte biri ise ülkemizdeki endemik bitkilerdir ***(Görsel 3.90)***.


Mersin


Ankara çiğdemi


Sevgi çiçeği


Ters lale


İstanbul soğanı


Ankara armudu

Görsel 3.90: *Türkiye'deki bazı endemik bitki türleri*

Anadolu'da çok sayıda endemik bitkinin merkezi kabul edilen bölgeler bulunmaktadır. Bozkır gibi yaşam ortamlarında da endemizm oranı çok yüksektir.

Araştırınız-Tartışınız

Tuza ve kuraklığa dayanıklı olan bitki türlerini korumanın önemini tartışınız.

Bilgi Kutusu

Safranbolu'da dar bir alanda yayılış gösteren safran, endemik bitkilerimizdendir. Safran, 150'den fazla uçucu ve aroma taşıyan bileşik içermektedir. Bu nedenle kurutularak özellikle gıda boyası ve tat verici olarak kullanılmaktadır. Safran, ağırlığına göre dünyanın en pahalı baharatıdır.





ETKİNLİK

Ülkemizin coğrafi ve iklim özelliklerinin bize kazandırdığı endemik türler bitkilerle sınırlı değildir. Ankara tavşanı, Tarsus çatalburun, Toros kurbağası, Sivas kangalı, Van inci kefali, Denizli horozu endemik hayvanlara örnektir ***(Görsel 3.91)***.


Ankara tavşanı


Tarsus çatalburun


Toros kurbağası


Sivas kangalı

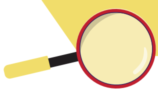

Van inci kefali


Denizli horozu

Görsel 3.91: *Türkiye'deki bazı endemik hayvan türleri*

Günümüzde aşırı avlanma nedeniyle bazı türler yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır hatta bazı türler yok olmuştur. Örneğin Anadolu parsı, doğal yaşam alanlarının ve av kaynaklarının azalması nedeniyle insanların yaşadığı bölgelere inmeye zorlanmış ve geldikleri alanlarda ise genellikle insanlar tarafından vurularak öldürülmüşlerdir ***(Görsel 3.92)***. Nesli tükenme tehlikesi altında olan Anadolu parsı, besin zincirinin üst kısmında yer alan etobur bir hayvandır. Her yok olan tür, ekosistemlerde yeri doldurulamayacak boşluklar yaratmaktadır. Bu yüzden doğadaki her canlının, ekosistemde ayrı işlevi olduğunu unutmadan biyolojik çeşitliliğe, ekosistemin doğal işleyişine dikkat ederek canlılara müdahale edilmemelidir.


Görsel 3.92: *Anadolu parsı*



Bunları Biliyor musunuz?

Hatay Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Müzesi

Tarihî ve kültürel zenginliği yanında hoşgörü kenti Hatay doğal güzellikleriyle de önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde bulunan yaklaşık 10.000 bitki türünün 3.300 kadarı endemiktir. Hatay'da ise 2.000'den fazla tespit edilen bitki türünden 300 kadarı endemik bitkiden oluşuyor. Buna göre ülkemizde yetişen endemik bitkilerin %10'u Hatay'da yetişmektedir. Bu bölgede 2.000'den fazla tespit edilen bitki türünden birçoğunun tıbbi ve aromatik bitki olduğu saptanmıştır.





Hatay'da tespit edilen bazı tıbbi ve aromatik bitkileri tanıtmak amacıyla 2012 yılında restorasyonun tamamlanması sonucu ziyarete açılan Türkiye'nin ilk Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Müzesine ev sahipliği yapan yapı, 19. yy'da inşa edilen 2 katlı eski bir Antakya evidir. Yani bu mekânda tarihî ve doğal güzellikleri iç içe görmeniz mümkün. 280 tane tıbbi ve aromatik bitki müzede halkın ilgisine sunuluyor. Cam kavanozda ve el örgüsü sepetlerde kullanıma hazır nihai hâllerinin sergilendiği tıbbi ve aromatik bitkilere adaçayı, civanperçemi, tilki üzümü, oğul otu, fesleğen, defne, kantaron, karabaş otu, hartlap, çakşır kökü, meyan kökü, taş nanesi, böğürtlen kökü, erguvan yaprağı, pelin otu, hatmi gülü, ebegümeci ve ölmez çiçeği gibi örnekler verilebilir. Bitki örneklerinin yanı sıra büyük ebatta fotoğraflarının, botanik bilgilerinin ve ne için kullanıldıklarının mevcut olduğu müzenin kısımlarını da gezebilir; alt katta bulunan girildiğinde çok hoş bir kokuyla sizleri karşılayan odalarında ise bitkilerin yağlarını görüp ne için kullanıldıkları hakkında bilgi sahibi olabilirsiniz.





(Genel ağdan alınmıştır.)

OKUMA PARÇASI

Orman Sümbülü



Anadolu'nun bulunduğu coğrafi konum biyoçeşitlilik açısından bir kavşak gibidir. Bitki bilimciler dünyamızı bitki coğrafyası açısından 37 ayrı bölgeye ayırır. Bu bölgelerden üçü (Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan) ülkemizde kesişir. Dünyada hızla koruma altına alınması gereken zengin biyoçeşitliliğe sahip 34 sıcak nokta vardır. Bunlardan da üç tanesi (Kafkasya, Akdeniz, İran-Anadolu) ülkemizde. Türkiye, Güney Afrika ve Çin'le birlikte üç sıcak noktanın kesiştiği bir ülke. Tüm bunlar zengin bitki biyoçeşitliliğinin nedenidir. Öyle ki bugün üç bini endemik olmak üzere on bin civarında bitki türü ülkemizde yaşar. Çok farklı habitatlarda ve bölgelerde yaşayan bitkilerden bir grup da sümbüllerdir. Sümbüller, zambakgiller (Liliaceae) ailesinin üyeleridir. Zambakgillerin dünyada yaklaşık 250 cinsi ve 3.500 türü bulunurken ülkemizde 35 cinsi ve 400'ün üzerinde türü vardır. Bu cinslerden biri de Scilla'dır (Şilla); bu cinse ait 6'sı endemik olmak üzere 18 tür yaşar. Sümbüller genellikle tropikal ve ılıman bölgelerde doğal olarak bulunur. Ülkemizde Scilla cinsine ait 18 tür yaşıyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2013, Haziran), Sayı 547, s. 88-89.
(Kısaltılmıştır.)

OKUMA PARÇASI

Endemik Bir Memeli Kaya Yediuyuru



Anadolu, tarih boyunca çok farklı jeolojik ve iklimsel olaylar geçirdi. Bu süre içinde doğal olarak çok sayıda canlı türü yaşadı. Bazıları değişen koşullara uyum sağlayamadı ve soyları tükendi. Bazıları da bu koşullara çok iyi uyum sağlayarak günümüze kadar soylarını devam ettirdi. Değişim hâlâ devam ediyor ve günümüzde yaşayan türlerden bazıları soylarını gelecek nesillere taşıyacak, bazıları da yok olacak. (...) Büyük beden yapısına sahip, sınırlı yaşam alanlarında yaşayabilen canlılar değişime ayak uydurmakta zorlanıyorlar. Küçük beden yapısına sahip, çok çeşitli yaşam alanlarında ve ortamlarında yaşayabilenler ise soylarını devam ettirecek gibi görünüyor. Bunlardan böcekler, en iyi uyum sağlayan grup. Bunun yanında kemiriciler gibi küçük memelilerden bazıları (insanlarla birlikte yaşayabilen fareler, sıçanlar vb.) son değişime uyum sağlayanlardan. Ancak küçük memelilerin bazıları, ailenin diğer üyeleri gibi şanslı değiller. Vahşi ortamlarda yaşayanların yaşam alanlarının daralması başta olmak üzere birçok nedenden dolayı soyları tehlikede. Bunlardan bir grup da kemiriciler takımından olan yediuyurlar. Ülkemizde yaşayan 8 türü var. Bunlardan bir tanesi bilimsel adı *Dryomys laniger* (Dıraymis lenigır) olan kaya yediuyuru ya da yünlü yediuyur. Türün en önemli özelliği endemik olması. Diğer bir deyimle dünyada ülkemizden başka hiçbir yerde yaşamıyor olması. Ülkemizdeyse Toros Dağları'nın yüksek bölgelerinde, özellikle karstik kayalık yerlerde, yaşamını sürdürüyor. Bunun yanında Malatya, Tunceli, Erzincan ve Niğde'de de yaşadığı biliniyor. Yüksek dağ kesimlerinde ormanın bittiği yerlerden sonrasını yaşam alanı olarak seçen kaya yediuyuru, 1.600 ila 2.200 metre yükseklikteki yerlerde yaşıyor. Kaya yediuyuru, vücut yapısından dolayı sincaba benzeyen bir tür. (...) Endemik türlerde bir sorun da türün soyu tükenince bir daha geri getirme olasılığının olmaması. Onun için tür, çok dikkatli biçimde izlenmeli ve bilimsel araştırmalar yapılmalı. Gerektiğinde koruma programları önceden planlanıp uygulanabilmeli.

Bilim ve Teknik, (2008, Mart), Sayı 484, s. 72.
v(Kısaltılmıştır.)

3.3.4. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Biyolojik çeşitlilik, biyosferin ana dengesini sağlamada oldukça önemlidir. Biyolojik çeşitlilik; karbon, azot, su gibi madde döngülerinin merkezindedir. İklim dengelerinin ve yaşam koşullarının belirlenmesine katkılar sağlar.

Biyolojik çeşitliliğin işlenmesi ve değerlendirilmesi ekonomik açıdan zenginliktir. Ayrıca insanın temel besin kaynağıdır. Ekosistemlerde yok olan türler insan yaşamını da doğrudan ya da dolaylı olarak tehlikeye sokmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunmasında, organik tarım etkili bir uygulamadır. Anadolu'da yer alan yerli baklagiller ve buğday temel besin kaynaklarımızdır. Ancak daha fazla verim için toprağın aşırı gübrelenmesi, anızların yakılması, kontrolsüz otlatma ya da verimli arazilerin betonlaştırılması biyolojik çeşitliliğe yönelik en büyük tehditler arasındadır. Aşırı avlama, tıbbi bitkilerin ve otların kontrolsüzce toplanması ve biyokaçakçılık birçok tür için tehlike oluşturmaktadır. **Biyokaçakçılık,** doğadan yabani bitki ve hayvanların veya onlara ait parçaların, yetkili kurumların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkarılmasıdır. Biyokaçakçılık veya biyokorsanlık olarak adlandırılan bu yol, ülkelerin baş etmek zorunda kaldığı yeni bir kaçakçılık türü olup giderek daha büyük bir sorun hâline gelmektedir. Endemizm oranının ve genetik çeşitliliğin son derece yüksek olması ülkemizi genetik kaynaklar açısından bir cazibe merkezi hâline getirmiştir. Biyokaçakçılık, ülkemizin hem biyolojik çeşitliliğini hem de ekonomik geleceğini tehdit etmektedir. Bu tür kaçakçılıklar, ekosistem hizmetlerini olumsuz etkileyerek, habitat kaybı, iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kayıplarına yol açabilir. Ülkemize bitki ve hayvan örnekleri toplamak üzere gelen yabancılar kültür, turizm, iş ya da bilimsel amaçlı toplantılara katılım gibi başka faaliyetlerle asıl amaçlarını gizlemekte ve elde ettikleri örnekleri çeşitli şekillerde yurt dışına kaçırarak maddi çıkarlar doğrultusunda kullanmaktadır.

Araştırınız-Tartışınız

Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesine yönelik alınabilecek çözümleri tartışınız.

Ülkemizden en çok kaçırılan canlılar şunlardır:

- Böcekler
- Kelebekler
- Bitkiler
- Kuşlar
- Sürüngenler (yılan, kaplumbağa, kertenkele vb.)
- İki yaşamlılar (kurbağa vb.)
- Yumuşakçalar (salyangoz vb.)

Ayrıca deniz, akarsu ve sulak alan gibi yerlerin endüstriyel, tarımsal ve evsel atıklarla kirlenmesi, biyolojik çeşitliliği tehdit eden bir diğer unsurdur. Tüm bunların önüne geçilmesi ile biyolojik çeşitliliğin korunması mümkündür.

Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan ilki canlının bulunduğu ortamın korunmasına yönelik yapılan çalışmalardır. Bu ortam, başka canlı türlerinin de yaşadığı bir ekosistemdir. Ülkemizdeki bu koruma alanları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğünün sorumluluğundadır. Farklı ekosistemleri içeren millî parklar, tabiat

parkları, tabiatı koruma alanları, tabiat anıtları, yaban hayatı geliştirme sahaları gibi koruma alanları vardır ***(Görsel 3.93)***. Ülkemizin ev sahipliği yaptığı biyolojik çeşitliliğin bir kısmı ulusal mevzuata göre bir kısmı da uluslararası sözleşmelere göre koruma altındadır. Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü 2017-2021 yılına ait Tabiatı Koruma Durum Raporu'na göre ülkemizin karasal korunan alan büyüklüğü 3 milyon 666 bin 573 hektar olarak tespit edilmiştir ***(Tablo 3.1)***.



Görsel 3.93: *Abant Gölü 1988 yılında tabiat parkı olarak ilan edilmiştir.*

Tablo 3.1: *Türkiye'nin korunan alanlar sistemi içinde yer alan korunan alanları*

Korunan Alanlar	Sayısı (adet)	Alan Büyüklüğü (ha)
Millî park	46	908.543
Tabiat parkı	260	109.638
Tabiatı koruma alanı	31	46.455
Tabiat anıtı	114	9.104
Yaban hayatı geliştirme sahası	85	1.165.896
Ramsar alanı	14	184.487
Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan	59	869.697
Mahallî Öneme Haiz Sulak Alan	22	29.266
Muhafaza ormanı	55	247.709
Şehir (Kent) Ormanı	137	10.266
Gen Koruma Ormanı	340	43.279
Tohum Meşceresi	312	40.697
Tohum Bahçesi	212	1.540
TEK YÜZEY HÂLİNE GETİRİLMİŞ TOPLAM	**1.687**	**3.666.573**

https://www.ogm.gov.tr (2021 verileri)

Ülkemizdeki biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmaların diğer bir yolu, genetik materyalin çeşidine göre canlıların yaşadıkları alanların dışında da koruma altına alınmasıdır. Gen bankaları, botanik bahçeleri, tohum bankaları, arazi gen bankaları gibi ortamlarda biyolojik çeşitliliğin korunması sağlanmaktadır. Ancak genetik materyallerin uzun süreli saklanabilmesi oldukça pahalı bir yöntemdir.

Son yıllarda çevresel tahripler, iklim değişikliği, yanlış arazi kullanımı ve yüksek verime sahip genetiği değiştirilmiş çeşitlerin tarımsal üretimde yer alması, bitki genetik kaynaklarını azaltmaktadır. Bu yüzden çeşitli ülkelerde bitki tohumlarını koruma altına almak için tohum gen bankaları kurulmaya başlanmıştır. Bitki gen materyalinin yaşam alanlarından toplanarak genetik çeşitliliğin korunması ve türün devamlılığı için depolandığı özel koşullara sahip kuruluşlara "Bitki Gen Bankası" denilmektedir. Gen bankaları kurularak türlerin tohum, yumurta, sperm ya da DNA'ları saklanmaktadır ***(Görsel 3.94)***.



Görsel 3.94: *Gen bankasında saklanan bitki tohumları*

Türkiye'de bu alandaki çalışmalara 1964 yılında başlanmış olup gerçek anlamda ilk ulusal tohum gen bankası Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1974 yılında kurulmuştur. 2010 yılında ise Ankara'da dünyanın sayılı gen bankalarından olan Türkiye Tohum Gen Bankası kurulmuştur. Türkiye Tohum Gen Bankasının faaliyete girmesi ile biyolojik çeşitliliğin ve genetik kaynakların korunması ve değerlendirilmesinde önemli bir adım atılmıştır.

Ülkemizde gerek devlete bağlı gerekse gönüllü çalışan, endemik türleri ve doğal yaşamı korumayı amaç edinen birçok kuruluş vardır. Var olan kuruluşların ve ülke politikalarının yanı sıra çevre kirliliğinin önlenmesinde birey olarak hepimiz sorumluyuz. Gelecek kuşaklara yaşanabilir bir çevre bırakmak için elimizden geldiği kadarıyla çevre koruma etkinliklerine katılarak çevremizdeki insanları çevreyi korumaları konusunda bilinçlendirebiliriz.

OKUMA PARÇASI

Soyu Tükenmekte Olan Canlılar İçin Bir Umut

Son yıllarda birçok hayvan türünün yok olduğunu ya da nesillerinin tükenmek üzere olduğunu biliyoruz. Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) Hayvan Türlerini Koruma Komisyonu, hazırladığı raporda şu an dünya üzerindeki türlerin %25'inin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu, 26 memeli türünün 24'ünün yok olma sınırında olduğunu ve geçtiğimiz 100 yıl içerisinde 1.000 kadar türün neslinin tükendiğini belirtiyor. Bu konuyla ilgili yapılan araştırmalarda bir yabani hayvan türünün toplam sayısı 1.000'e bile ulaşamıyorsa bu hayvan türünün özel olarak korunması gerektiği vurgulanıyor.

İsmi Yunanca kryos (buz), bios (hayat) ve logos (bilim) kelimelerinden türetilen kryobiyoloji temel olarak hücre ve dokuları dondurarak inceleyen bir bilim dalı. Düşük sıcaklığın organizmalar üzerindeki etkilerini araştıran kryobiyoloji, dondurulan ve daha sonra çözdürülen hücrelerin işlevsel özelliklerini daha iyi anlamamızı sağlıyor. Bu sayede soyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan canlıları korumak için yeni yöntemler geliştirilebiliyor. Örneğin 2003 yılında dünyadaki panda sayısı 1.596 olarak belirlendi ve bu hayvan türü için nesli tükenebilir uyarısı yapıldı. Bunun üzerine Çin Halk Cumhuriyeti'nde bulunan Chengdu (Çengdu) Panda Üreme ve Yetiştirme Merkezi pandaları koruma görevini üstlendi. Bu kuruluşta panda sayısı yapay döllenme yoluyla artırılıyor ve korumanın nihai amacının pandaların doğaya dönmelerini sağlamak olduğu belirtiliyor.

Bazı uzmanlar pandaların, (...) kötü genleri nedeniyle üremeleri konusunda umutsuz olduklarını söylüyordu. Ama daha sonra bilim insanları asıl sorunun, pandaların ana besin kaynağı olan ve yüksek rakımlarda yetişen bambu ağacına insanların verdiği zarardan kaynaklandığını belirledi. Bu sorunların çözülmesi ve pandaların üremelerine yapay döllenme yoluyla yardım edilmesi sayesinde nesillerinin tükenme riski azaltılıyor. Yapay döllenme işlemi için erkek hayvandan alınan sperma dişi üreme kanalına yerleştiriliyor. Böylece çiftleşme olmadan üreme sağlanıyor. Ayrıca üremede etkili olan diğer çevre koşulları da kontrol altına alınarak bu uygulamanın başarısı artırılıyor. Örneğin pandaların doğal yaşam



ETKİNLİK

alanlarının genişlemesi, daha çok taze bambuyla beslenmelerini ve dişilerin yılda 3-4 gün süren kızgınlık dönemlerinin daha iyi değerlendirilmesini sağlıyor.



Birleşmiş Milletler bünyesindeki Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) dünyadaki gen kaynaklarının korunabilmesi için mümkün olan en çok sayıda evcil hayvan türünün yetiştiricilikte kullanılması gerektiğini belirtiyor. Vahşi hayvan türlerinin korunması içinse hayvanların yaşadığı bölgenin ve çevrenin korumaya alınması, doğal yaşamı koruma parklarının oluşturulması ve mümkün olduğu kadar sperma ve embriyonun dondurulup saklanması gerekiyor. Özellikle yetiştiricilikte kullanılan hayvanlara uygulanan biyoteknolojik yöntemler sayesinde genetik ilerleme ve genetik çeşitliliği koruma çalışmalarında büyük ilerlemeler kaydediliyor.

Biyoteknolojinin bir çalışma alanı olan gamet hücrelerinin hijyenik olarak elde edilmesi, dondurulması ve saklanabilir özelliklerinin keşfedilmesi insanları klonlayabilme konusunda bize önemli bilgiler sağlıyor. Bazı canlı hücrelerin ve mikroorganizmaların çok düşük sıcaklıklara dayanabildikleri ve çözme işlemi sonrasında normal işlevlerine geri dönebildikleri bilgisinden yola çıkılarak yapılan biyoteknolojik çalışmalar bu bilim dalının gelişmesine katkıda bulunuyor.

Hücrelerin dondurulmasında suyun biyolojik formunun değişmesi (transformasyon) söz konusudur. Yani dondurma, suyun biyolojik olarak kristalleşmesi ve şekil değiştirmesi ile gerçekleşir. Kristalleşme (seeding) donma sıcaklığına ulaşmamış sıvılarda dış etkiyle –5 °C ila –7 °C arasında başlatılır ve kristalleşmedeki ısı dalgasının yaratacağı zarar en aza indirilmiş olur. Kristalleşmenin başlatılması dondurma işlemi için kullanılan özel cihazlar sayesinde daha kontrollü yapılabilir. Bu sayede ani kristalleşme önlenir ve hücre dışı ortama sıvı geçişinde yeterli süre sağlanır.

Sonuç olarak üreme hücrelerinin ve dokularının dondurulma aşamalarındaki bu ilerlemeler ve araştırmalar insanların ve hayvanların nesillerini devam ettirebilmeleri, genetik çeşitliliğin ve ilerlemenin sağlanması açısından büyük öneme sahip.

(Genel ağdan alınmıştır.)

ETKİNLİK 3.8

Biyolojik Çeşitliliğin Korunmasında Alınabilecek Önlemler

Etkinliğin Amacı

"Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesi için neler yapılabilir?" konusunun tartışılması ve tartışma kurallarının öğrenilmesi.

Yöntem

Altı şapka tekniğinde farklı renkteki şapkalar, farklı bakış açılarını temsil eder ve bu teknikle öğrencilerde çok yönlü düşünme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenir.

Bu yöntemle:

- Bir konu üzerinde belirtilen tüm görüşler bir sisteme sokulmuş olur.
- Fazla zaman kaybı önlenir.
- Demokratik tutum kazanılır.
- Farklı fikirlere saygı gelişir.
- Problemin farklı çözümleri olduğu fark edilir.
- Empati gelişir.

Şapkaların renkleri şunları ifade etmektedir.


Duygusal bir bakış açısı verir.


Tarafsız ve objektiftir.


Karamsar ve olumsuzdur.


Serinkanlılığı temsil eder.


İyimser, umutlu ve olumlu düşünme ile ilgilidir.


Yaratıcı ve yenilikçi fikirler içerir.

- "Biyolojik çeşitliliğin ve biyokaçakçılığın önlenmesi için neler yapılabilir?" konusunda düşüncelerinize uygun olan şapkayı takarak tartışınız.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

- Sınıfta en çok hangi şapka tercih edildi? Neden?
- Ürettiğiniz çözüm önerileri nelerdir?

OKUMA PARÇASI

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) iklim değişikliği sorununa karşı küresel tepkinin temelini oluşturmak üzere 1992 yılında kabul edilmiştir. Sözleşme 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. 194 Tarafı bulunan Sözleşme, neredeyse evrensel bir katılıma ulaşmıştır. Sözleşmenin nihai amacı, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmaktır. BMİDÇS bir çerçeve sözleşme olarak genel kuralları, esasları ve yükümlülükleri tanımlamaktadır. Sözleşme, iklim sisteminin, bütünlüğü başta endüstri ve diğer sektörlerden kaynaklı karbondioksit ve öteki sera gazı salımlarından etkilenebilecek, ortak bir varlık olduğunu kabul etmektedir.

Amaç ve İlkeler

Madde 2, Sözleşme'nin nihai amacını "Sözleşme'nin ilgili hükümlerine göre, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde tutmayı başarmak" olarak tanımlamıştır. Bu amaç "Böyle bir düzeye, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasına, gıda üretimini tehdit etmeyecek ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devamına izin verecek bir zaman dahilinde ulaşılmalıdır" hükmü ile niteliklendirilmiştir.

Sözleşme Kapsamındaki Yükümlülükler

Sözleşme Tarafların azaltım ve iklim değişikliğinin etkilerine uyuma ilişkin yükümlülüklerini tanımlamaktadır. Sözleşme, tüm Taraflar için geçerli yükümlülüklere ek olarak, gelişmiş ve gelişmekte olan ülke Tarafları için farklı yükümlülük türleri ortaya koymaktadır.

Sözleşme kapsamında, tüm Taraflar sera gazı salımları, ulusal politikalar ve en iyi uygulamalar ile ilgili bilgileri toplamak ve paylaşmakla yükümlüdür. Sözleşme, Tarafların ulusal salım envanterleri geliştirmelerini, iklim değişikliği azaltım ve uyumu kolaylaştırma önlemleri içeren ulusal programlar hazırlamalarını ve uygulamalarını ve uygulama ile ilgili bilgileri Taraflar Konferansı'na bildirmelerini gerektirmektedir.

(Genel ağdan alınmıştır.)


ETKİNLİK

3. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda verilen ifadeleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise "D"yi, yanlış ise "Y"yi işaretleyiniz. Yanlış olan ifadelerin doğrusunu yanındaki kutucuğa yazınız.

		D	Y	DOĞRUSU
1.	Ses kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumlu etkisi vardır.			
2.	Evlerde ve sanayide fosil yakıt kullanımı atmosferdeki oksijen miktarını artırır.			
3.	Radyasyon kaynakları doğal ve yapay radyasyon kaynakları olarak ikiye ayrılır.			
4.	Tarım ilaçlarının toprağa karışması hava kirliliği oluşturur.			
5.	Asit yağmurları, suları asitli hâle gelen göldeki canlılığın sona ermesine neden olabilir.			
6.	Biyolojik çeşitlilik bir bölgede yaşayan bitki çeşitliliği demektir.			
7.	Doğal alanlarda tarım arazilerinin genişletilmesi yaban hayatına zarar verir.			
8.	Erozyonun önlenmesi için ormanların tahribi önlenmelidir.			
9.	Ekosistemdeki canlıları etkileyen abiyotik faktörler; üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardır.			
10.	İnsanın çeşitli faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı olarak oluşturduğu çevresel zararların birim CO_2 cinsinden ölçüsüne ekolojik ayak izi denir.			

B. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları doğru ifadeleri kullanarak tamamlayınız.

asit yağmurları | hava kirliliği | sera etkisi | besin zinciri
endemik | ses kirliliği | toprak | tür çeşitliliği | erozyon

1. Havada bulunan katı, sıvı, gaz şeklindeki yabancı maddelerin çevre ile canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratacak boyutlara ulaşmasına .... denir.
2. Bilinçsiz gübreleme ve ilaçlama sonucunda kimyasallar toprağa, topraktan da bitkilere geçer. Bu kimyasal atıklar .... yoluyla insan ve hayvanların vücutlarına geçer.
3. Bir bölgedeki birbirinden farklı bütün canlıların oluşturduğu çeşitliliğe .... denir.
4. Yeryüzünün sınırlı bir bölgesinde yayılış gösteren türlere .... denir.
5. .... sonucunda toprağın alt kısmındaki verimsiz tabaka ortaya çıkar.
6. Ağaçların kesilmesi ve orman yangınları .... canlılarına zarar vermektedir.
7. .... binaları ve kültür varlıklarını aşındırarak olumsuz yönde etkiler.
8. Yeryüzüne gelen güneş ışığı atmosfere geri yansıdığında sera gazları tarafından tekrar yeryüzüne gönderilir. Isınan hava yeryüzünde hapsolur. Buna .... denir.

C. Aşağıda verilen soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1. Küresel iklim değişikliğinin beklenen etkilerinden dört tanesini yazınız.

....

....

2. Ekolojik ayak izi nedir?

....

....

3. Ekolojik ayak izi hesaplaması yapılmasının faydaları nelerdir?

....

....

4. Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarına örnek veriniz.

....

....

5. Su kirliliğini önlemek için alınabilecek kişisel önlemler nelerdir?

....

....

6. Biyolojik çeşitlilik kavramını örneklerle yazınız.

....

....

7. Havada bulunan kirletici maddelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri nelerdir?

....

....

8. Erozyonu önlemek için alınabilecek tedbirlerden biri de ağaçlandırmadır. Ağaçlandırmanın erozyonu nasıl önlediğini yazınız.

....

....

D. Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi abiyotik faktörlerden değildir?

A) Güneş ışığı B) Sıcaklık C) Su

D) Toprak E) Tüketiciler

2. Su kirliliğinin artmasına bağlı olarak aşağıda verilenlerden hangisinin oluşması beklenemez?

A) Ötrofikasyon

B) Küresel ısınma

C) Sularda yaşayan canlıların ölmesi

D) Atmosfer ile su arasında yapılan oksijen alışverişinin bozulması

E) İnsanlarda sarılık, tifo ve dizanteri gibi bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkması

3. Hava kirliliğinin nedenleri arasında;

I. motorlu taşıtların egzoz gazları,

II. ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar,

III. ağaçlandırma çalışmaları

faktörlerinden hangisi bulunmaz?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

4. Cep telefonları, baz istasyonları, yüksek gerilim hatları ve elektronik cihazlar aşağıdaki kirlilik çeşitlerinden hangisine neden olur?

A) Su kirliliği

B) Radyoaktif kirlilik

C) Besin kirliliği

D) Toprak kirliliği

E) Hava kirliliği

5. Hava kirliliği, atmosfer havasında bulunan gaz oranlarının değişmesi sonucu ortaya çıkar.
Buna göre aşağıdakilerden hangisi hava kirliliğine neden olan faktörlerden biri değildir?
A) Isınmada fosil yakıtların kullanılması
B) Orman yangınlarının artması
C) Çöplerin yakılması
D) Fabrika bacalarına filtre takılması
E) Ağaçların kesilmesi

6. **Aşağıda verilenlerden hangisi doğal hayatı olumsuz etkileyen bir faktör değildir?**
A) Ormanların kesilmesi
B) Sulak alanların kurutulması
C) Orman yangınları
D) Tarımda kullanılan ilaçlar
E) Doğal yaşam alanlarının kontrol altına alınması

7. I. Radyoaktif kirlilik
II. Erozyon
III. Hava kirliliği
Yukarıdakilerden hangileri güncel çevre sorunlarındandır?
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

8. I. Güneş enerjisi
II. Kömür
III. Doğal gaz
Numaralandırılmış kaynakların endüstride ve ısınmada kullanılmasıyla oluşan karbon ayak izi aşağıdaki seçeneklerden hangisinde azdan çoğa doğru sıralanmıştır?
A) I - II - III B) II - I - III C) I - III - II D) III - II - I E) II - III - I

9. **Ekosistemdeki canlıları etkileyen;**
I. sıcaklık,
II. iklim,
III. ayrıştırıcılar,
IV. rüzgâr
faktörlerinden biyotik ve abiyotik olanlar aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	Biyotik faktörler	Abiyotik faktörler
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	III	I, II ve IV
D)	I ve IV	II ve III
E)	II ve IV	I ve III

10. Bir hayvan türünün neslinin tükenmesine;

I. bu türle avlanan hayvan sayısının aşırı artışı,

II. doğal habitatının tahrip edilmesi,

III. türün genetik yapısında değişim olması

durumlarından hangileri neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

11. I. Toroslardaki çam ağaçları

II. Akdeniz'deki balıklar

III. Karadeniz'deki hamsiler

Numaralandırılmış canlılardan hangileri popülasyona örnek oluşturur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

12. Holozoik beslenen bir canlı ile ilgili,

I. İnorganik maddelerden faydalanır.

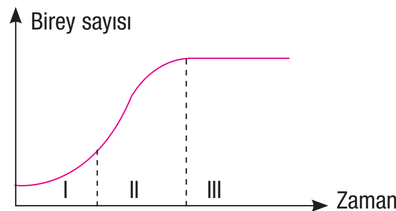
II. Hücre dışı sindirim yapar.

III. Sadece etçil olarak beslenir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

13. Aşağıdaki grafikte bir popülasyonun birey sayısının değişimi gösterilmiştir.

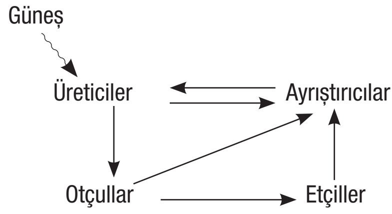


Bu grafiğe göre I, II ve III aralıklarında popülasyonun büyüme hızı ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

A) III > II > I B) I > II > III C) II > III >I

D) II > I >III E) III > I > II

14.



Yukarıda verilen şemaya göre aşağıdaki çıkarımlardan hangisi yapılamaz?

A) Etçiller, üreticilerden doğrudan faydalanamaz.

B) Ekosistemdeki temel enerji kaynağı güneştir.

C) Ekosistemde etçil canlıların artması üreticileri etkiler.

D) Üretici canlıların zarar görmesi sadece ayrıştırıcılar ve otçul canlıları olumsuz etkiler.

E) Ayrıştırıcılar, üreticiler için ham madde sağlar.

15. **Bir ekosistemdeki besin zincirini oluşturan aşağıdaki canlı gruplarından hangisi, inorganik molekülleri oksitleyerek enerji üretir?**

A) Kemosentetik bakteriler

B) Fotosentetik bakteriler

C) Ayrıştırıcı bakteriler

D) Yeşil bitkiler

E) Tüketiciler

16. **Ayrıştırıcı canlılar besin kaynağı olarak**

I. üretici,

II. birincil tüketici,

III. ikincil tüketici,

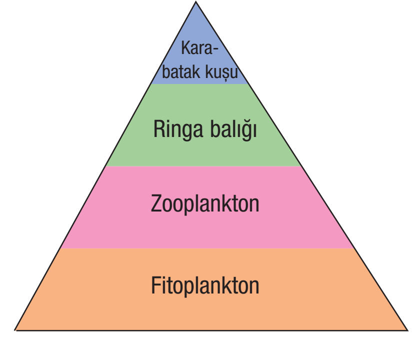
IV. üçüncül tüketici

canlı gruplarından hangilerinin atıklarını kullanabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

17. Yanda dengeli bir ekosistemdeki besin piramidi gösterilmiştir.



Zooplanktonların birey sayısındaki artış;

I. fitoplanktonların biyokütlesinin artması,

II. karabatak kuşuna aktarılan enerji miktarının artması,

III. güneş ışığını doğrudan kullanan birey sayısının azalması

durumlarından hangilerine neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

18. Aşağıdaki tabloda, bir göl ekosisteminde aynı besin zincirinde bulunan A, B, C ve D canlı türlerinin dokularındaki zehirli madde birikimi verilmiştir.

Canlı türü	Dokuda Biriken Zehirli Madde Miktarı (mg)
A	0,037
B	0,045
C	0,101
D	0,254

Buna göre

I. A türü fotosentez yapan bir tür olabilir.

II. B türü otçul beslenir.

III. C türü etçil beslenir.

IV. B, C ve D türleri ototrof canlılardır.

yargılarından hangilerine varılabilir?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) I, III ve IV E) II, III ve IV

19. Doğadaki azot döngüsü;

I. ayrıştırıcı canlılar,

II. fotosentetik canlılar,

III. kemosentetik canlılar

gruplarından hangilerinin ortak etkileşimi sonucu gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

20. I. Hücre dışı sindirim yapma

II. Heterotrof beslenme

III. Holozoik beslenme

Numaralandırılmış özelliklerden hangisi ayrıştırıcı canlılarda görülür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

21. I. Fosil yakıtların aşırı kullanımı

II. Ekolojik dengenin bozulması

III. Biyolojik çeşitliliğin azalması

IV. Bazı bitki ve hayvan türlerinin neslinin tükenmesi

Numaralandırılarak verilen olaylar bir ekosistemin bozulması sırasında hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III - IV B) I - IV - III - II C) II - I - III - IV D) II - III - IV - I E) IV - III - I - II

22. Aşağıdaki şemada A, B, C, D ve E canlıları arasındaki beslenme ilişkisi verilmiştir.

Işık
NO_3
A
B
E
Protein
NH_3
D
C
Protein

Buna göre bu canlılar ile ilgili,

I. Besin zincirinde en fazla biyokütleye A canlıları sahiptir.

II. D canlıları prokaryot hücre yapısına sahip olabilir.

III. B ve C canlıları heterotroftur.

IV. E canlıları fotoototroftur.

özelliklerden hangileri doğrudur?

A) II ve III B) I, II ve III C) I, II ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

23. Aşağıdaki durumlardan hangileri tür çeşitliliğinin azalma nedenlerindendir?

A) Dünya nüfusunun sürekli artması

B) Ormanların sürekliliğinin korunması

C) Baraj havzalarının ağaçlandırılması

D) Av yasaklarına uyumun artması

E) Zehirli fabrika artıklarının denizlere atılmasının yasaklanması

24. Aşağıdaki şemada azot devrinin bazı basamakları ve bu devirde görev alan canlılar numaralarla gösterilmiştir.

Atmosferdeki azot gazı

D

A B

NH_3 → NO_2 → NO_3 → Bitkiler → Hayvanlar

C

Buna göre

I. A canlıları inorganik maddelerden organik madde sentezleyebilir.

II. B canlıları ayrıştırıcı bakterilerdir.

III. A ve B canlıları prokaryot yapıda olabilir.

IV. D canlıları kesinlikle bakterilerdir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II
B) II ve III
C) I, III ve IV
D) II, III ve IV
E) I, II, III ve IV

25. Bir ekosisteme gelen güneş ışığının miktarı 5.000/m^2/gün kadardır. Gelen ışınların yarısı atmosfere geri yansıtılmakta, kalanı da üreticiler tarafından kullanılmaktadır.

C
B
A
Yansıyan
Gelen
5.000 kalori/m^2/gün

Buna göre B ve C canlı gruplarına aktarılan enerji miktarları aşağıdaki seçeneklerden hangisinde verilmiştir?

	B	C
A)	5.000	5.000
B)	2.500	2.500
C)	2.500	250
D)	250	25
E)	250	250

CEVAP ANAHTARLARI

1. ÜNİTE

A. DOĞRU / YANLIŞ	
1	(Y) Mitoz bazı tek hücreli canlılarda üremeyi sağlar.
2	(D)
3	(Y) Vejetatif üreme eşeysiz üreme olduğu için oluşan bireyler, kalıtsal olarak ana canlı ile aynıdır.
4	(Y) Mitozda kardeş kromatitler ayrılır.
5	(D)
6	(Y) Eşeyli üremenin temeli mayoz ve döllenmedir.
7	(Y) Eşeysiz üreme çeşitlerinden vejatatif ürme, bitkilerde en fazla görülen üreme şeklidir.
8	(D)
9	(Y) Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi ara lamel oluşumu ile gerçekleşir.
10	(D)

B. BOŞLUK DOLDURMA	
1. Mitoz	6. genom
2. krossing over	7. rejenerasyon
3. mayoz- döllenme	8. interfaz-mitotik evre
4. hermafrodit	9. Eşeysiz
5. sentromer	10. interfaz

C. AÇIK UÇLU SORULAR

1. Mayoz sonucunda kromozom sayısı yarıya indirilir ve homolog kromozom çiftlerinin yarısına sahip olan haploit (n) gametler oluşur. Bu gametlerin döllenmesi ile eşeyli üreme gerçekleştirilir. Döllenme sonucunda mayoz ile yarıya indirilmiş olan kromozom sayısı tekrar iki katına çıkarılmış olur. Bu sayede eşeyli üreyen canlılarda kromozom sayısı nesiller boyunca sabit kalır.

2. Hücre bölünmesinin hücresel düzeyde temel iki nedeni olduğu söylenebilir:

a. Hücrenin yüzey/hacim oranının bozulması ile hücre zarının madde alışverişi konusunda yetersiz kalması

b. Hücrenin sitoplazma/çekirdek oranının bozulması ile çekirdek etki alanının sınırlılığı nedeniyle hücre yönetim merkezi olan çekirdeğin tüm hücreye yetememesi

3. Evde yetiştirilen saksı bitkilerinin çoğunlukla yaprak veya gövdesinin bir parçasından yeni bir bitki oluşturulması, çilek bitkisinin sürünücü gövde ile üremesi, patatesin yumru ile üremesi ve lalenin soğanla üretilmesi eşeysiz üremenin vejetatif üreme şekline örnektir. Bu örnekler çevre gözlemlenerek artırılabilir.

4. Vücudumuzdaki her hücre belli bir amacı gerçekleştirmek üzere özelleşmiştir. Ancak başlangıçta herhangi bir amaçları yoktur. Hücresel farklılaşma adı verilen bir süreç sonunda belli bir hücre tipine, örneğin kas ya da sinir hücresine dönüşür.

   Sinir hücreleri hayli özelleşmiş hücrelerdir ve her birinin sinir sistemi içinde belli bir yeri ve karmaşık görevleri vardır. Hücresel farklılaşma süreci içinde özelleşirken, nöronların bölünme özelliklerini kaybettiği ve bütün enerjilerini ve yapılarını bu yeni ve karmaşık görevlerini gerçekleştirmek üzere kullandıkları düşünülüyor. Bazı araştırmacılar ise sinir hücrelerinin kendini yenileme yeteneklerinin çok sınırlı olmasının nedeninin biyolojik bazı bileşiklerin nöronların elektriksel uyarıları ileten bölümü olan aksonların gelişmesini engellemesi olduğunu düşünmektedir.

   (Genel ağdan alınmıştır.)

5. Kanser hücresi oluşumuna neden olan etmenler dört grupta toplanabilir:

a. **Davranışsal Risk Faktörleri:** Sigara içmek, diyet, egzersiz ve alkol tüketimi gibi değiştirebileceğiniz risk faktörleridir.

b. **Biyolojik Risk Faktörleri:** Yaş, cinsiyet, cilt ve ırk gibi fiziksel özelliklerdir. Fiziksel ve biyolojik özelliklerin kanser için risk faktörü olup olmayacağı kanserin tipine bağlıdır.

c. **Çevresel Risk Faktörleri:** Yaşadığınız ya da çalıştığınız çevre koşulları kanser gelişimi için risk faktörü olabilir.

ç. **Genetik Risk Faktörleri:** Aileden kalıtımsal olarak geçen genlerle ilişkilidir. Aile üyelerinden birinde genç yaşta kanser teşhis edilen bireylerde, üç veya daha fazla kuşakta aynı tip kanser öyküsü bulunanlarda, anne veya baba tarafından üçten fazla kanser olgusu bulunan kişilerde ve aile bireylerinden birinde iki veya daha fazla farklı tip kanser bulunan bireylerde kanser gelişme riski yüksektir. Aile bireyleri arasından birden fazla kişide aynı tip kanser olsa bile bu kalıtımsal olmayabilir. Kanserin kalıtımsal olduğundan şüphe ediliyorsa genetik tarama testleri yapılmalıdır.

   (https://hsgm.saglik.gov.tr)

6. Muz gibi gelişmiş bitki yapısına sahip olan bazı bitkilerin tohum üretme yetenekleri yoktur. Eşeysiz olarak çoğalamadıkları için tohum üretemeyen muz vb. canlılar vejetatif olarak çoğalarak nesillerini devam ettirebilir.

7. Bölünme sonrasında kromozom sayısı değişmez. Kontrol noktaları vardır. Karyokinez ve sitokinez gerçekleşir. İğ iplikleri kromozomların kinetokorlarına bağlanır. Kardeş kromatitler ayrılır (mitoz ve mayoz II'de). Hücre sayısı artar.

8. Bir türe ait olan her bir birey; kendisine özgü belirli özelliklerin kaynağı olan bir gen dizilimine sahiptir. Bu farklılığı yaratan genler canlılarda kromozomlar üzerinde dizilmiş hâlde bulunur. Kromozomlar ise canlıdan canlıya farklı şekilde aktarılabilir. Eşeysiz üreyen canlılarda kromozomlar ata canlıdan yeni oluşan canlılara bire bir aktarıldığı için herhangi bir farklılık gözlenmezken eşeyli üreyen canlılarda kromozomların mayoz sonucu oluşan gametlere rastgele dağılıyor olması ve oluşan gametlerin rastgele döllenmesi, oluşan canlıların birbirinden farklı olmasını sağlamaktadır. Bu durum tür içi çeşitliliğin temelini oluşturmaktadır.

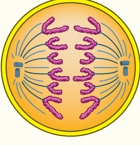
9. Hücrenin büyümesi sonucu yüzey/hacim oranı bozulur. Bir süre sonra hücre zarından gerçekleştirilen madde alışverişi hücrenin yaşamına devam edebilmesi için yetersiz kalır. Hücre büyümesi sonucu sitoplazma/çekirdek oranı artar. Hücre çekirdeğinin etki alanı sınırlı olduğundan hücre bölünür.

10. İğ iplikleri hücrelerde bulunan kromozomların iki yeni hücreye ayrılmasında rol oynayan yapılardır.

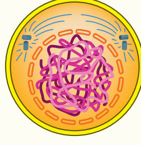
11. a. 2^n formülü ile bulunur. n: mitoz bölünme sayısı $2^5 = 32$

b. Mitozda kromozom sayısı sabit kalır. 16 kromozomlu hücrenin mitozla oluşacak hücrelerin kromozom sayısı da 16 olur.

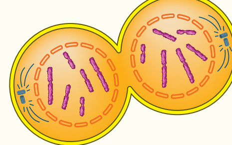
12.



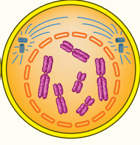
Anafaz



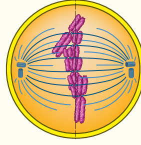
İnterfaz



Telofaz



Profaz



Metafaz

13.



Ç. ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR										
1. B	2. A	3. E	4. C	5. E	6. A	7. E	8. C	9. C	10. D	11. C
12. D	13. E	14. E	15. A	16. C	17. C	18. D	19. D	20. A	21. C	22. D
23. A	24. D	25. B								

2. ÜNİTE

A. DOĞRU / YANLIŞ	
1	(Y) Genlerin kromozom üzerinde bulundukları bölgeye lokus denir.
2	(D)
3	(Y) Bir gen tek başına bulunduğu durumda bile etkisini gösterebiliyorsa o gen için baskın (baskın/başat) ifadesi kullanılır ve büyük harfle gösterilir.
4	(D)
5	(Y) Akraba evliliğinde anne soyundan gelen genler ile baba soyundan gelen genlerin etkisi aynıdır.
6	(D)
7	(D)
8	(Y) Testis gelişimine etki eden SRY (eşeyi belirleyen bölge) geni Y kromozomu üzerinde yer almaktadır.
9	(D)
10	(D)

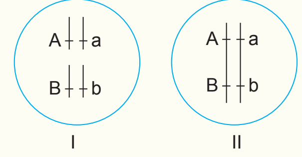
B. BOŞLUK DOLDURMA	
1. karakter-özellik	6. kontrol çaprazlaması
2. monohibrit-monohibrit	7. alel
3. punnett karesi	8. erkek
4. eşey kromozomu (gonozom)	9. A-B-O
5. renk körlüğü- hemofili	10. genotip

C. AÇIK UÇLU SORULAR

1. Baskın fenotipteki canlılar iki farklı genotipe sahip olabilir. Örneğin bezelyelerde düzgün tohumlu olma özelliği (D) buruşuk tohumlu olma özelliğine (d) baskındır. Bu nedenle düzgün tohumlu bir bezelyenin genotipi “DD” veya “Dd” olarak ifade edilebilir. Çekinik fenotipteki canlılar ise tek genotipe sahiptir. Çünkü çekinik bir özelliğin fenotipte ortaya çıkabilmesi için taşınan özelliğe ait her iki gen yapısının da çekinik olması gerekmektedir. Aynı örnek üzerinden gidecek olursak buruşuk tohumlu bir bezelyenin genotipi sadece “dd” ile ifade edilebilir.

Yukarıda bahsedilen nedenlerle baskın fenotipteki canlıların genotipi kesin olarak belirlenemezken çekinik fenotipteki canlıların genotipi kesin olarak belirlenebilir.

2. **I.** hücrede genler birbirinden bağımsız olarak kalıtıldığından bu hücrede "AB", "Ab", "aB" ve "ab" olmak üzere dört farklı gamet oluşturma olasılığı vardır.



II. hücrede A ve B genleri birbirine bağlı olarak kalıtıldığından bu hücrede "AB" ve "ab" olmak üzere iki farklı gamet oluşturma olasılığı vardır.

3. Şansa bağlı bir olayın bir defa denenmesinden elde edilen sonuçlar aynı olayın daha sonraki deneme sonuçlarını etkilemez. Çünkü bağımsız olayların sonuçları da bağımsızdır. Bir ailenin ilk çocuğunun erkek olma olasılığı 1/2'dir. Ancak bu durum doğacak ikinci çocuğun erkek olma olasılığını etkilemeyecektir. Bu nedenle ikinci çocuklarının erkek olma olasılığı da 1/2'dir. Dolayısıyla bir ailenin doğacak çocuklarının ikisinin erkek olma olasılığı 1/2'dir.

4. Ayrılma ilkesine göre organizmada bulunan iki gen kopyasından yalnızca biri her bir gamete (sperm veya yumurta hücresi) dağıtılabilir ve gen kopyalarının dağıtımları rastgeledir. Örneğin: AaBb genotipine sahip bir bireyin oluşturabileceği gametler "AB", "Ab", "aB" ve "ab" genotipinde olacaktır. Bu canlı örneğinde oluşturulan tüm gametler her bir genotipik özelliğe ait bir gen kopyasını bulundurmaktadır.

5. Mendel'in deneylerinde bezelye bitkisini kullanılmasının nedenleri;

- Kolay yetiştirilebiliyor olması,
- Çok fazla özelliğinin kolayca gözlemlenebiliyor olması,
- Üreme döngülerinin kısa olması (çabuk çoğalmaları),
- Yılda birkaç kez ürün verebilmesi,
- Kendi kendine tozlaşabilmesi özelliği ile saf olarak kalabilmesi,
- Değişimler gözle görülebiliyor olmasıdır.

6. Dd x Dd şeklinde yapılan çaprazlamada monohibrit çaprazlama sonuçlarına göre oluşabilecek bireylerin olasılıkları aşağıdaki gibi olacaktır:

DD olma olasılığı: 1/4

Dd olma olasılığı: 2/4

Dd olma olasılığı: 1/4

Soruda heterozigot bireylerin sayısı sorulduğundan "Dd" olasılığı olarak 2/4 alınacaktır.

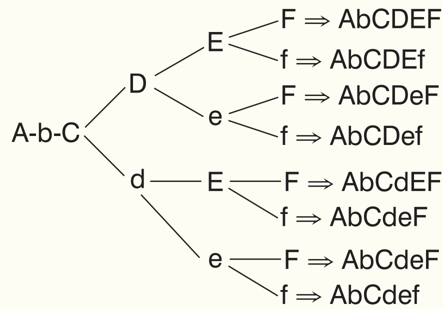
Heterozigot bireylerin sayısı = 2/4 x 1000 = 500 olarak bulunacaktır.

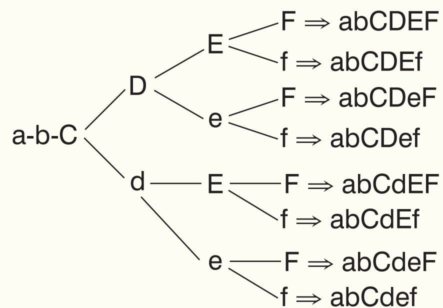
7. AaBb x AaBb şeklinde yapılan çaprazlamada dihibrit çaprazlama sonuçlarına göre oluşabilecek bireylerin olasılıkları aşağıdaki gibi olacaktır:

Soruda istenen "ab" genotipinde bireyin oluşma olasılığı punnett karesinden de anlaşılacağı üzere 1/16'dır.

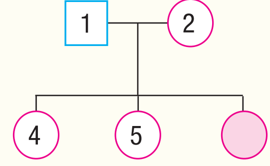
AaBb \ AaBb	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

8.

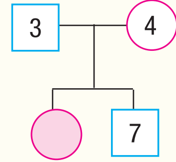




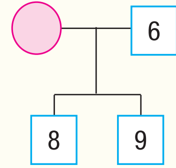
9. 1 ve 2 numaralı bireylerin çocuğu olan bireyde otozomal çekinik olarak taşınan karakter görüldüğünden her iki bireyin de bu çekinik karakteri taşıyor olması gerekmektedir. Ancak 1 ve 2 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde göstermediklerinden bu karakter açısından heterozigot oldukları anlaşılmaktadır. Dolayısıyla 1 ve 2 numaralı bireylerin genotipleri mutlaka "Aa" olmalıdır. Aynı ailenin diğer çocukları (4 ve 5 numaralı bireyler) bu karakteri fenotiplerinde göstermediklerinden genotipleri Aa veya AA olmalıdır. 5 numaralı birey için iki olasılık (AA ve Aa) geçerli iken 4 numaralı bireyin genotipini kesin olarak belirleyebilmek için 3 ve 4 numaralı bireylerin çocuklarının genotiplerine bakmamız gerekir.



3 ve 4 numaralı bireylerin çocuklarından birinin bu karakteri taşıdığı bilindiğinden 3 ve 4 numaralı bireylerin genotipleri mutlaka "Aa" olmalıdır. Ancak 7. birey bu özelliği fenotipinde göstermediğinden genotipi "AA" veya "Aa" olabilir.



6, 8 ve 9 numaralı bireylerin bulunduğu aileye bakıldığında annenin bu karakteri fenotipinde gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla annenin genotipi "aa" olmalıdır. Bu ailenin çocukları olan 8 ve 9 numaralı bireyler çekinik olan karakteri annelerinden almış olmalarına rağmen fenotiplerinde çekinik olan karakteri göstermemektedirler. Bu nedenle 8 ve 9 numaralı bireylerin genotipi mutlaka "Aa" olmalıdır. Bu ailenin babası olan 6 numaralı birey çekinik karakteri fenotipinde göstermemektedir. Ancak 6 numaralı birey ile ilgili başka herhangi bir veri bulunmadığından "AA" veya "Aa" genotipinde olabileceği söylenebilir.



Sonuç: 1. bireyin genotipi: Aa

2. bireyin genotipi: Aa

3. bireyin genotipi: Aa

4. bireyin genotipi: Aa

5. bireyin genotipi: Aa veya AA

6. bireyin genotipi: Aa veya AA

7. bireyin genotipi: Aa veya AA

8. bireyin genotipi: Aa

9. bireyin genotipi: Aa

Ç. ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR										
1. D	2. B	3. A	4. C	5. B	6. D	7. C	8. C	9. A	10. C	11. A
12. D	13. C	14. D	15. B	16. C	17. A	18. E	19. C	20. B	21. D	22. E
23. A	24. B	25. D								

3. ÜNİTE

A. DOĞRU / YANLIŞ	
1	(Y) Ses kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi vardır.
2	(Y) Evlerde ve sanayide fosil yakıt kullanımı atmosferdeki karbondioksit miktarını artırır.
3	(D)
4	(Y) Tarım ilaçlarının toprağa karışması toprak kirliliği oluşturur.
5	(D)
6	(Y) Biyolojik çeşitlilik, yeryüzünde bulunan canlıların çeşitliliğidir.
7	(D)
8	(D)
9	(Y) Ekosistemdeki canlıları etkileyen üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar biyotik faktörlerdir.
10	(Y) İnsanın çeşitli faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı olarak oluşturduğu çevresel zararların birim CO2 cinsinden ölçüsüne karbon ayak izi denir.

B. BOŞLUK DOLDURMA		
1. hava kirliliği	4. endemik	7. Asit yağmurları
2. besin zinciri	5. Erozyon	8. sera etkisi
3. tür çeşitliliği	6. toprak	

C. AÇIK UÇLU SORULAR

1. Küresel iklim değişikliğinin beklenen etkilerinden bazıları şunlardır: kuraklık, sel baskınları, buzulların erimesi, bazı canlı türlerinin neslinin tükenmesi ve biyolojik çeşitliliğin azalması.

2. Ekolojik ayak izi; her bir kişi, şehir ya da ülkenin tüketeceği kaynakları üretmek ve oluşan atıkları yok etmek için gereken karasal ve sucul alanların miktarının hesabıdır.

3. Ekosistemin sağlıklı bir şekilde devam etmesi için insanların yaptığı yanlış tüketimlerden vazgeçmesi gerektiğini net bir şekilde ortaya koymak adına ekolojik ve bilinçli bir toplum yaratmak. Böylece gelecek nesillere korunmuş bir çevre bırakma, biyolojik üretken alanları artırma, bu alanların kendilerini yenileyebilmesi ve yenileme kapasitelerinin sürdürülmesi sağlanabilir.

4. Uzay ve Güneş'ten gelen kozmik ışınlar, yer kabuğunda bulunan radyoizotoplar nedeniyle toprak, su ve gıdalar gibi doğal kaynaklardan yayılan radyoaktif ışınlar doğal radyasyon kaynaklarına verilebilecek bazı örneklerdir.

Nükleer bomba denemeleri, tıp, endüstri, tarım, hayvancılık ve bazı teknolojik ürünler, radon, uranyum gibi radyoaktif elementlerin parçalanması sonucu yayılan ışınlar yapay radyasyon kaynaklarına verilebilecek bazı örneklerdir.

5. Su kirliliğini önlemek için kişisel olarak alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

Çözünmeyen kalıcı temizlik deterjanların kullanımı önlenmeli ve onların yerine doğal ürünler kullanılmalıdır. Evlerde açığa çıkan atıkların özellikle yağların sulara karışmasına engel olunmalıdır.

6. Biyolojik çeşitlilik, yeryüzünün bir bölgesindeki genlerin, türlerin, ekosistemlerin ve ekolojik olayların bütünüdür. Ekosistemlerde her canlı türü farklı bir göreve sahiptir. Bu canlı türlerinin yok olması yani biyolojik çeşitlilikte azalma ekosistemlerin sürdürülebilir olmasını engeller. Örneğin toprağın zengin ve verimli olması biyolojik çeşitlilik ile sağlanmaktadır. Bu durum azot bağlayıcı bakteriler, çeşitli mantarlar, toprak solucanları gibi birçok canlı türünün etkileşimiyle ortaya çıkmaktadır.

7. Havada bulunan kirletici maddeler; çeşitli solunum yolu hastalıkları, kalp ve damar yolu hastalıkları, kanser, immünolojik değişiklikler olmak üzere daha birçok hastalığa neden olmaktadır.

8. Erozyonun önlenmesinin en basit yolu ağaçlandırmadır. Ağaçlandırılmamış toprak su ve rüzgar etkisiyle kolayca aşınır ve erozyona uğrar. Bitkiler, gövde ve kökleri vasıtasıyla toprağı bir arada tutar, yapraklar ise bir şemsiye gibi görev yaparak toprağı direk yağmurdan korur ve böylece toprağın aşınması engellenir.

Ç. ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR											
1. E	2. B	3. C	4. B	5. D	6. E	7. E	8. C	9. C	10. E	11. C	12. D
13. D	14. D	15. A	16. E	17. D	18. C	19. E	20. D	21. B	22. B	23. A	24. C
25. D											

PROJE HAZIRLAYALIM

Yakın çevremizde veya ülkemizde birçok çevre sorunu vardır. Sınıfınızda arkadaşlarınızla bir grup oluşturunuz. Aşağıda verilen çevre sorunlarından birini seçerek projenizi hazırlayınız.



Erozyon: Toprağın verimli üst kısmının dış etkenler yüzünden kaybolmasıdır. Bu durum ülkemizde ve dünyada canlıları nasıl etkilemektedir? Erozyonun önlenmesi için neler yapılabilir?



Nesli tükenen ya da tükenmek üzere olan canlı türleri: Ülkemizde ve dünyada yok olan ya da yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan birçok canlı türü bulunmaktadır. Bu durumu engellemek için ne gibi çalışmalar yapılabilir?



Çölleşme: İklim değişiklikleri, toprağın aşırı kullanımı, aşırı otlatma, ağaç kesimi gibi pek çok bilinçsiz yaklaşım çölleşmeye neden olmaktadır. Bu durum ülkemizde ve dünyada canlıları nasıl etkilemektedir? Çölleşmenin önlenmesi için neler yapılabilir?



Ormanların yok oluşu: Ağaç kesimleri, orman yangınları insanoğlu ve doğa için çok önemli olan ormanların yok olmasına sebep olmaktadır. Bu durum ülkemizde ve dünyada canlıları nasıl etkilemektedir? Ormanların yok olmasını engellemek için neler yapılabilir?

PROJE DEĞERLENDİRME FORMU

Projenin Adı:
Adı ve Soyadı:
Sınıf:
No.:

GÖZLENECEK ÖĞRENCİ KAZANIMLARI	DERECELER				
	Zayıf	Kabul Edilebilir	Orta	İyi	Çok iyi
	1	2	3	4	5
I. PROJE HAZIRLAMA SÜRECİ					
Proje amacını belirleme					
Projeye uygun çalışma planı yapma					
İhtiyaçları belirleme					
Farklı kaynaklardan bilgi toplama					
Projeyi plana göre gerçekleştirme					
TOPLAM					
II. PROJENİN İÇERİĞİ					
Türkçeyi doğru kullanma					
Bilgilerin doğruluğu					
Yazılı ve görsel unsurların birbiriyle bağlantısını sağlama					
Elde edilen bilgilerin analiz edilmesi					
Toplanan bilgileri düzenleme					
Kritik düşünme becerisini gösterme					
Yaratıcılık yeteneğini kullanma					
TOPLAM					
III. SUNU YAPMA					
Sunuda akıcı bir dil ve beden dilini kullanma					
Sorulara cevap verebilme					
Konuyu dinleyicilerin ilgisini çekecek şekilde sunma					
Sunuyu hedefe yönelik materyalle destekleme					
Verilen sürede sunuyu yapma					
Sesini ve beden dilini kullanma					
Sunum sırasında öz güvene sahip olma					
Sunuma istekli olma					
TOPLAM					
GENEL TOPLAM					

ÖĞRETMEN YORUMU. ....

....

SÖZLÜK

A

abiyotik: Çevredeki su ve toprak gibi cansız maddeler.

absorsiyon: Organizmanın kendi vücudu tarafından küçük besin moleküllerinin alınması.

akraba evliliği: Anne veya baba soyları fark etmeksizin, aralarında kan bağı olan kişilerin evlenmesi durumu.

alel: Bir genin alternatif versiyonlarından her birine verilen ad.

anaç bitki: Aşılama yönteminde gövdesine aşı uygulanan ana bitki.

ara lamel: Bitki hücreleri gibi hücre çeperi bulunduran hücrelerde sitoplazma bölünmesinin gerçekleşmesini sağlamak üzere Golgi aygıtı tarafından oluşturulan yapı.

arı döl: Homozigot bireylerin bulundurdukları alellerin ikisinin de aynı olma durumu.

asit yağmuru: Kükürt oksitleri, azot oksitleri gibi hava kirleticilerinin havadaki su molekülleriyle birleşmesiyle oluşan asit yağışının yağmur hâlinde yeryüzüne inmesi.

aşı: Çelikleme yönteminde anaç bitkiye kaynaştırılan bitki parçası.

aşılama: İki bitki parçasını bir bitkiymiş gibi kaynaşarak ve büyümelerine devam edecek şekilde birleştirme tekniği.

ayrılım ilkesi: Canlılarda çift olarak bulunan alellerin gamet oluşumu sırasında birbirinden rastgele ayrılması.

ayrıştırıcı: Ekosistemin bitkisel ve hayvansal kökenli ölü maddelerini doğrudan ya da dolaylı olarak ayrıştırarak mineralleştiren canlı grubu.

B

baskın alel: Tek başına fenotipte etkisini gösterebilen gen.

besin ağı: Ekosistemde yaşamın devamlılığı için karşılıklı bağlantı içinde olan besin zincirleri dizisi.

besin piramidi: Besin ağında bulunan canlıların beslenme ilişkilerini gösteren trofik düzeylerin sıralanması.

besin zinciri: Bir besin ağının, av olan türler ile onları tüketen avcıların oluşturduğu genel basit bir sıralama bölümü.

biyokaçakçılık: Doğadan yabani bitki ve hayvanların veya onlara ait parçaların, yetkili kurumların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkarılması.

biyokütle: Belirli bir alanda bulunan tüm organizmaların ya da belirtilen organizma grubunun toplam ağırlığı.

biyolojik birikim: Çeşitli zehirli maddelerin besin zincirini meydana getiren çeşitli trofik basamaklardaki canlıların dokularında birikmesi.

biyolojik çeşitlilik: Yeryüzünün bir bölgesindeki genlerin, türlerin, ekosistemlerin ve ekolojik olayların oluşturduğu bir bütün.

biyosfer: Canlı organizmaların birbirleriyle ilişkilerinin sürdüğü kayaç, su ve hava katmanlarından oluşan yeryüzü kuşağı.

biyoteknoloji: Canlı hücreleri ve mikroorganizmaları kullanarak biyolojik tekniklerle endüstri ve tıp alanında kullanmak üzere materyal üretimi.

biyotik: Organik hayatla ve canlı organizmalarla ilişkili olma hâli.

büyüme faktörü: Hücreler tarafından sentezlenen ve diğer hücrelerin bölünmesini uyaran çoğu protein yapılı madde.

Ç

çekinik alel: Heterozigot bireylerlerde fenotipteki etkisi tamamen baskılanmış olan gen.

çevre kirliliği: İnsan sağlığına, doğal kaynaklara, ekosisteme zarar verebilecek her türlü maddenin ve enerji biçiminin etkinlik gösterebilecek düzeyde çevrede bulunma durumu.

çürükçül: Doğada ölmüş ya da çürümekte olan maddeleri hücre dışı enzimleri ile ayrıştırarak beslenen ve bu maddelerin besin içeriklerini bitkiler tarafından tekrar kullanılabilir yapıya dönüştürerek toprak yapısının iyileşmesini sağlayan mantar ve bakteriler.

D

denitrifikasyon: Toprakta bulunan nitrit ya da nitratın denitrifikasyon bakterileri tarafından azota dönüştürülmesi ve azotun atmosfere geçmesi.

dihibrit: İki karakter bakımından heterozigot olan bireylere verilen ad.

dihibrit çaprazlama: İlgili iki gen bakımından heterozigot olan iki bireyin çaprazlanması.

diploit: İki kromozom takımına (2n) sahip hücre.

doğal seçilim: Belirli kalıtsal özelliklere sahip olan bireylerin bu özelliklerinden dolayı diğerlerine göre yaşama ve üreme olasılıklarının daha fazla olduğu süreç.

dominant: bk. Baskın alel.

E

ekoloji: Organizmaların birbirleri ve abiyotik çevre ile olan ilişkilerini çeşitlilik, dağılım, biyokütle, popülasyon ve rekabet gibi açılardan inceleyen biyolojinin disiplinler arası dalı.

ekolojik ayak izi: Bir kişi ya da topluluk için kullanılan kaynakların üretilmesi ve oluşan atığın giderilmesi için gereken coğrafi alan.

ekosistem: Belirli bir bölgede tüm canlı organizmaların ve ilişkide oldukları su, toprak, güneş ışığı gibi cansız bileşenlerin oluşturdukları döngüsel madde ve enerji değişiminin gerçekleştiği abiyotik maddeler, üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardan oluşan biyolojik sistem.

ekosistem çeşitliliği: Biyosferdeki yaşam alanlarında, biyotik birliklerde ve ekolojik süreçlerdeki çeşitlilik.

embriyo: Yumurtanın döllenmesinden sonra meydana gelen canlı taslağı.

endemizm: Bir bitki ya da hayvan türünün belirli bir yöre, bölge ya da coğrafyaya özgü olma durumu.

enerji piramidi: Ekosistemin değişik trofik düzeylerinde bulunan enerji oranlarını, en altta üreticiler olacak şekilde gösteren model.

erozyon: Yeryüzündeki kayaçların ve diğer malzemenin su ve rüzgâr gibi dış etmenlerle dayanıklılıklarını kaybederek parçalanıp yerinden koparılmaları veya çözünmeleri ile fiziksel ve kimyasal ayrışmaya uğraması, bulundukları yerden akarsu, yağmur, buz, rüzgâr veya dalgalar ile doğal yollardan taşınmasını içeren olaylar zinciri.

eşey kromozomu: Bireyin eşeyinin (cinsiyetinin) belirlenmesini sağlayan kromozomlara verilen ad.

eşeye bağlı karakter: Eşey kromozomları üzerinde yer alan karakter.

eşeysiz üreme: Üreme hücrelerinin döllenmesi gerçekleşmeden tek bir ata canlıdan yeni bir canlı oluşması.

etçil: Et yiyerek beslenen canlı.

F

fauna: Bir ülke, bölge, özel bir çevre ya da devreye has tüm hayvanlar.

fenotip: Canlılarda genlerin ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkan görünür özelliklerin tümü.

flora: Bir bölgenin bitki örtüsü topluluğu.

fotoototrof: Enerjilerini ışık enerjisinden, hücresel işlevlerinde gereksinim duyulan karbonu ise karbondioksitten elde eden bitki, alg ve bazı bakteriler gibi kendi beslek organizmalar.

fotosentez: Yeşil bitkilerin kloroplastlarında karbon kaynağı olarak karbondioksidin, hidrojen kaynağı olarak da suyun kullanılması ile yeşil pigment olan klorofilde tutulan güneş enerjisiyle ATP oluşması ve karbonhidratların sentezlenmesi.

G

gamet: Yumurta ve sperm gibi haploit üreme hücresi. Eşeyli üreme sırasında birleşerek zigotu meydana getiren hücreler.

gen: Kromozom üzerinde bulunan, kalıtılan bir karakteri ifade eden, kalıtımın en temel birimi.

gen bankası: Doku, üreme hücreleri, tohum gibi bitki ya da hayvanlara ait çeşitli genetik materyallerin korunduğu koleksiyon, tohum gen bankası.

genetik: Kalıtımın hangi esaslar dâhilinde gerçekleştiğini inceleyen bilim dalı.

genetik çeşitlilik: Belirli bir biyolojik tür içindeki popülasyonların genetik yapı bakımından çeşitlilik göstermesi.

genom: Bir canlı hücrede bulunan genetik bilgiyi içeren DNA molekülünün tamamı.

genotip: Bir canlının seçilen karakter açısından bulundurduğu genlerin tümü.

geri dönüşüm: Hava, su, toprak üzerindeki kirlilik yükünün azaltılması ve daha az öz kaynak kullanılması amacıyla atık durumundaki geri kazanılabilir maddenin yararlı ürüne dönüştürülmesi süreci.

gonozom: bk. Eşey kromozomu.

H

habitat: Bir organizmanın doğal olarak yaşadığı ve ürediği alan.

haploit: Tek bir takım kromozoma sahip olan hücre.

hem etçil hem otçul: Besin ve enerji ihtiyacını hem hayvansal hem de bitkisel kaynakları tüketerek sağlayan organizma.

hemofili: Kan pıhtılaşmasının çeşitli nedenlerle gerçekleşmediği genetik hastalık.

herbivor: bk. Otçul.

hermafrodit: Vücutlarında hem dişi hem de erkek üreme hücrelerini oluşturabilen canlılar.

heterotrof: Bitkiler gibi kendini besleyen canlılardan farklı olarak, yaşamak için başka bir canlının oluşturduğu besinlere gereksinim duyan organizma.

heterozigot: Verilen bir genetik karakter için iki farklı alele (Aa) sahip olma durumu.

hibrid: Bir karakter bakımından heterozigot özellik gösteren bireylere verilen ad.

holozoik: Besinlerini katı parçacıklar hâlinde alan, sindirip emilimlerini sağlayan canlılar.

homolog kromozom: Biri anneden diğeri babadan gelen, aynı karakter üzerine etki eden genleri taşıyan, eşit büyüklük ve uzunlukta olan kromozomlar.

homozigot: Canlıda bulunan alellerin her ikisinin de baskın (AA) veya çekinik (aa) olması durumu.

hücre döngüsü: Hücrenin büyüme ve bölünme aşamalarını sürekli tekrarladığı döngüye verilen ad.

hücre plağı: bk. Ara lamel.

İ

iklim: Belirli ve uzun bir zaman aralığında, yeryüzünde belirli bir yer için atmosferin gözlemlenen sıcaklık, nem, yağış şekli ve miktarı, rüzgârlar gibi özelliklerinin ortalama ve uç değerlerinin genel durumu.

interfaz: Hücrenin bölünmeye hazırlık yaptığı, büyüdüğü, DNA eşlenmesinin gerçekleştiği evre.

iyi huylu tümör: Oluştuğu dokuda kalıp başka herhangi bir dokuya yayılım göstermeyen tümör.

K

kalıtım: Özelliklerin bir kuşaktan sonraki kuşağa aktarımı.

kanser hücresi: Kontrolsüz olarak çoğalan ve diğer dokulara yayılım göstererek canlıya zarar veren hücreler.

karakter: Genlerin etkisi ile meydana çıkarak dölden döle taşınan özellikler.

karbon ayak izi: Herhangi bir ürünün ya da hizmetin oluşturulması sırasında ortaya çıkan toplam karbon salımının değeri.

kardeş kromatit: Bir kromozomda bulunan birbirinin kopyası DNA molekülleri.

karnivor: bk. Etçil.

kemoototrof: Karbondioksidi esas karbon kaynağı olarak kullanarak inorganik bileşiklerin oksidasyonundan enerji sağlayan organizmalar ve bazı bakteriler.

kiyazma: Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerinin birbirlerine tutundukları nokta.

komünite: Belirli bir alanda birbiriyle etkileşim içinde yaşayan tüm popülasyonların oluşturduğu topluluk.

kontrol çaprazlaması: Genotipi bilinmeyen baskın fenotipli bireyin heterozigot veya homozigot olduğunu belirlemek için yapılan çaprazlama.

kötü huylu tümör: Oluştuğu dokudan kan ve lenf yoluyla diğer dokulara yayılarak bulunduğu dokuya zarar veren tümör.

kromatin iplik: Hücrenin bölünmediği zamanlarda DNA molekülünün karışık ip yumağı hâline verilen ad.

kromozom: DNA molekülünün hücre bölünmesi sırasında, proteinler etrafında sarılmış ve yoğun bir görüntüye ulaşmış hâline verilen ad.

krossing over: Mayoz I'de sinapsis sırasında kardeş olmayan kromatitler arasında karşılıklı olarak kalıtsal materyal alışverişi.

küresel iklim değişikliği: İnsan etkinlikleri sonucunda havaya salınan sera gazlarının atmosferde artmasıyla sera etkisi oluşturması ve yerküreden uzaya yayılan ısıyı geri çevirerek küresel ölçekte iklim değişikliğine yol açması.

L

lokus: Homolog kromozomlar üzerinde yer alan genlerin bulunduğu bölge.

M

madde döngüsü: Canlı yaşamı için büyük önem taşıyan su, karbon, oksijen, azot, fosfor gibi maddelerin canlı ve cansız çevre içinde dolaşım hâlinde olması.

melez: bk. Hibrid.

metafaz plağı: Hücrenin orta kısmında bulunan hayalî düzleme verilen ad.

metastaz: Kanser hastalarında kötü huylu tümör hücrelerinin lenf veya kan damarları yoluyla diğer dokulara giderek birçok doku ve organda hasar oluşturması.

mitotik faz: Mitoz ve sitokenezi içeren hücre döngüsü evresi.

monohibrit: Bir karakter bakımından heterozigot özellik gösteren bireylere verilen ad.

monohibrit çaprazlama: Monohibrit bireylerin benzerleriyle çaprazlanması.

mutasyon: Bir genin dizilimlerinde meydana gelen değişimler.

O

omnivor: bk. Hem etçil hem otçul.

otçul: Bitkilerin meyve, yaprak, tohum ve sürgün gibi çeşitli kısımlarını yiyerek beslenen canlılar.

ototrof: Işık veya kimyasal enerjiyi kullanarak anorganik karbon kaynağı olan karbondioksitten kendi besini ve karmaşık hücre yapı taşlarını sentezleyebilen organizma.

Ö

özellik: Kalıtılan bir karakterin farklı tipleri.

P

parça değişimi: Mayoz bölünme sırasında homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında gerçekleştirilen parça alışverişi, krossing over.

parental döl: Mendel'in yaptığı çalışmalarda birinci nesli oluşturmak için kullandığı tamamen saf döllerden oluşan, ebeveyn veya anne, baba olarak da adlandırılan bireylere verilen ad.

plankton: Suda yaşayan, hareket yeteneği akıntıya bağlı olan mikroskobik bitkisel ve hayvansal organizmalar.

popülasyon: Belirli bir mekânda genetik bakımdan aynı özelliklere sahip aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluk.

punnett karesi: Kalıtım çalışmalarında rastgele yapılan döllenmelerin sonuçlarını göstermek için kullanılan diyagram.

R

radyasyon: Bir kaynaktaki enerjinin elektromanyetik dalgalar (fotonlar) ya da radyoaktif parçacıklar biçiminde yayılması.

rejenerasyon: Bazı canlılarda doku, bazı canlılarda organ, bazı canlılarda ise vücut düzeyinde kopan ya da hasar gören bir vücut parçasının yenilenmesi.

renk körlüğü: Çeşitli sebeplerle gözde bulunan ve renkli görmeyi sağlayan hücrelerin eksikliği veya doğru çalışamaması ile ortaya çıkan renkleri ayırt etmeyi zorlaştıran genetik hastalık.

resesif: bk. Çekinik.

S

saf döl: bk. Arı döl.

sentromer: Homolog kromozomların kardeş kromatitlerinin birbirlerine tutundukları yoğun kromozom bölgeleri.

sinapsis: Mayoz bölünmede tetrat oluşumunun gerçekleştiği süreç.

spor: Ana canlının bölünme ile oluşturduğu, etrafı sert bir çeperle kaplı, kötü koşullara dayanıklı hücreler.

su ayak izi: Kullanılan ürünlerin ve hizmetlerin üretim ve tüketim süreçlerinde doğrudan ve dolaylı olarak sarf edilen toplam su miktarı.

sürdürülebilirlik: Gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilme olanaklarını tehlikeye sokmadan şu anki neslin kendi ihtiyaçlarını karşılaması.

T

tetrat: Mayoz bölünmenin profaz I evresinde kendilerini eşlemiş olan homolog kromozomların bir araya gelerek oluşturdukları dört kromatitli yapı.

tomurcuklanma: Ana canlıdan mitoz ile oluşturulan minyatür canlının gelişerek yeni bir birey oluşturması.

trofik düzey: Bir canlının veya canlı grubunun besin zincirinde yer aldığı ve enerji transfer kademesine göre belirlenen konumu, beslenme düzeyi.

tüketici: bk. Heterotrof.

tümör: Kontrolsüz olarak çoğalan hücrelerin dokularda oluşturdukları yapı.

tür: Ortak bir atadan gelen, yapı ve görev bakımından benzer organlara sahip, yalnızca kendi aralarında üreyeyerek verimli (kısır olmayan) döller meydana getiren canlılar.

tür çeşitliliği: Belirli bir alanda veya bir ekosistemde farklı türlerin bulunması.

U

ur: bk. Tümör.

V

varyasyon: Bir popülasyonda tür içerisinde ya da popülasyonlar arasında gözlemlenen farklılıklar.

vejetatif üreme: Bitkilerde vücudun belli bir parçası kullanılarak aynı bitkiden eşeysiz olarak bir tane daha üretilmesi.

KAYNAKÇA

Afyon, A., Kaya, M. A. ve Yağız, D. (2016). *Genel biyoloji canlılar bilimi*. Ankara: Nobel Yayınları.

Akın, G. ve Dostbil, N. (2005, 2). *Türkiye'de kan grubu araştırmaları*. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi. (s. 1-15).

Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Düzenli, S., Güney/K. ve Kurt, F. (2012). *Çevre kirliliği (Çevre biyolojisi)*. Ankara: Palme Yayınları.

Baydemir, T. (2019, Ocak). *Hücreler bölünürken kendi saatlerini kullanıyor*. Bilim ve Teknik. (s. 54-59). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Baytop, A. (2004). *Türkiye'de botanik tarihi araştırmaları*. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.

Brooker, R. J., Widmaier, E. P., Graham, L. E. ve Stiling, P. D. (2008). *Biology*. New York USA: Mc Graw-Hill.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry/L. A., Cain, M. L./Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. ve Jackson, R. B. (2013). *Biyoloji.* E. Gündüz, İ. Türkan (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Candaş, D. (2005, Eylül). *Tek bir beden hücresi nasıl bütün bir bitkiyi oluşturabiliyor?* Bilim ve Teknik. (s. 44). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Coşkun, M. Y. (2005, Eylül). *Organ yenilenmesini kontrol eden şey ne?* Bilim ve Teknik. (s. 44.) İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Çelik, İ. (2010, Aralık). *Su geri dönüşümü için yeni bir hedef: Gri su*. Bilim ve Teknik. (s. 68-71). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Çelik, İ. (2011, Eylül). *Küresel iklim değişikliği ekosistemlere ne yapar?* Bilim ve Teknik. (s. 52-59). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Çelik, İ. (2015, Aralık). *İkizleri genetik olarak ayırt etmenin artık kolayı var*. Bilim ve Teknik. (s. 8). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Çelik, İ. (2016, Aralık). *Paris anlaşmasına rağmen yüzyıl sonunda 3,4 °C ısınabiliriz*. Bilim ve Teknik. (s. 9). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Çelikbaş, A. (2016). *Sürdürülebilirliği temel alan çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin çevresel davranışlarına ve sürdürülebilir çevre tutumlarına etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi)*. Mersin: Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Demirsoy, A. (2005). *Kalıtım ve evrim (13.Baskı)*. Ankara: Meteksan Yayınları.

Dickey, S., Reece H. (2017). *Temel biyoloji*. E. Gündüz, İ. Türkan. (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Doğan, A., Yılmaz , M., Timur, B., Mıhlandız, G. ve Timur, S. (2013). *Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I-II*. (2.Baskı). Ankara: Palme Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2011, Eylül). *Asitleşen okyanuslarda balıkları bekleyen tehlikeler*. Bilim ve Teknik. (s. 9). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2011, Mayıs). *Azot kirliliği ekosisteme zarar veriyor*. Bilim ve Teknik. (s. 6). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2014, Mayıs). *Cinsiyet belirleyici genler 180 milyon yaşında*. Bilim ve Teknik. (s. 7). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2015, Ocak). *Genetiği iyileştirilmiş nesiller*. Bilim ve Teknik. (s. 58-63). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Erkul, H. (2012). *Çevre koruma*. Ankara: Detay Yayınları.

Graham, L. E. Graham, J. M. ve Wilcox, L. W. (2008). *Bitki biyolojisi*. Işık, K. (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Günaydın, H. E. (2011). *Bitkiler ve biyoçeşitliliğin öğretilmesine yönelik bir rehber materyal geliştirme çalışması (Yüksek lisans tezi)*. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gökçen, G. (2009, Mayıs). *Yerkürenin bize armağanı*. Bilim ve Teknik. (s. 46-49). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Görmez, K. (2015). *Çevre sorunları (3. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2008, Mart). *Endemik bir memeli: Kaya yediuyuru*. Bilim ve Teknik. (s. 72). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2012, Ocak). G*en merkezi Anadolu olan sığırkuyrukları*. Bilim ve Teknik. (s. 76-77). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2013, Haziran). *Orman sümbülü*. Bilim ve Teknik. (s. 88-89). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2014, Şubat). *Salep orkideleri*. Bilim ve Teknik. (s. 50-51). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gül, F. (2013). *İnsan doğa ilişkisi bağlamında çevre sorunları ve felsefe*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17-21. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Hamamy, H. (2012, July 03). *Consanguineous marriages: Preconception Consultation In Primary Health Care Settings*. The Journal of Community Genetics. (s. 185-192).

Keeton, W.T., Gould, J.L. ve Gould, C.G.(2004). *Genel biyoloji*. A. Demirsoy, İ. Türkan, E. Gündüz (çev.). Ankara: Palme Yayınları.

Kiziroğlu, İ. (2004). *Genel Biyoloji Canlılar Bilimi*. Ankara: Birlik Yayınları.

Klug, W. S., Cummings, M. R. ve Spencer, C. A. (2011). *Genetik Kavramlar*. C .Öner, S.Sümer, R.Öner, A. Öğüş, L. Açık (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Mısırlıoğlu, M. (2016, Kasım). *Toprak hayvanları*. Bilim ve Teknik. (s. 70-75). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Ocak, M. E. (2017, Şubat). *Bir insanın kan grubu değişebilir mi?*. Bilim ve Teknik. (s. 61-62). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Odum, P.E. ve Barret, G. W. (2008). *Ekolojinin genel ilkeleri*. K. Işık (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Özer, Z. (2001, Ağustos). *Eşeyli üreme, atalar ve gen dizilimi*. Bilim ve Teknik. (s. 72-73). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Özer, Z. (2002, Ekim). *Ekolojik ayak izleri*. Bilim ve Teknik. (s. 82-83). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Özyiğit, G. (2017, Ocak). *Kanser nedir? Kanserle ilgili yanlış bilinenler*. Bilim ve Teknik. (s. 80). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Reece, J.B., Urry L. A., Cain, M. L., Wasserman S. A., Minorsky, P. V., Jackson, R. B. ve *Campbell N. A.* (2013). *Biyoloji*. E. Gündüz E. İ. Türkan (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C. ve Berenbaum, M.R. (2014). *Yaşam bilimi biyoloji*. E. Gündüz, İ. Türkan (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Sarıgül, T. (2015, Mart). *İnsanlar doğal süreçlerden 100 kat fazla erozyona sebep oluyor*. Bilim ve Teknik. (s. 5). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Semerci, İ. Ö. (2014, Ekim). *Denizlerdeki cıva miktarı giderek artıyor*. Bilim ve Teknik. (s. 62-63). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Sezer, İ. Ç. (2017, Eylül). *ABD'de insan embriyolarına ilk CRISPR uygulaması*. Bilim ve Teknik. (s. 7). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

T.C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Aile ve Toplum Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2014) *Türkiye Aile yapısı araştırması tespitler öneriler (Araştırma ve sosyal politika serisi 07, Birinci Basım)*. İstanbul.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.

TDK Türkçe Sözlük. (2011). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

TDK Yazım Kılavuzu. (2021). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Thieman, W.J. ve Palladino, M. A. (2013). *Biyoteknolojiye giriş*. M. Tekeoğlu (çev.), Ankara: Palme Yayınları.

Topaktaş, M. (2014). *Genetik*. Ankara: Nobel Yayınları.

Tozar, Z. ve Gürdilek, R. (2007, Şubat). *Bu kök hücreler başka*. Bilim ve Teknik. (s. 18). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Withrow, S. J. (2013). *Withrow et macewens small animal clinical oncology*. St. Louis, MO: Elsevier.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

GÖRSEL KAYNAKÇA



CEVAP ANAHTARI

